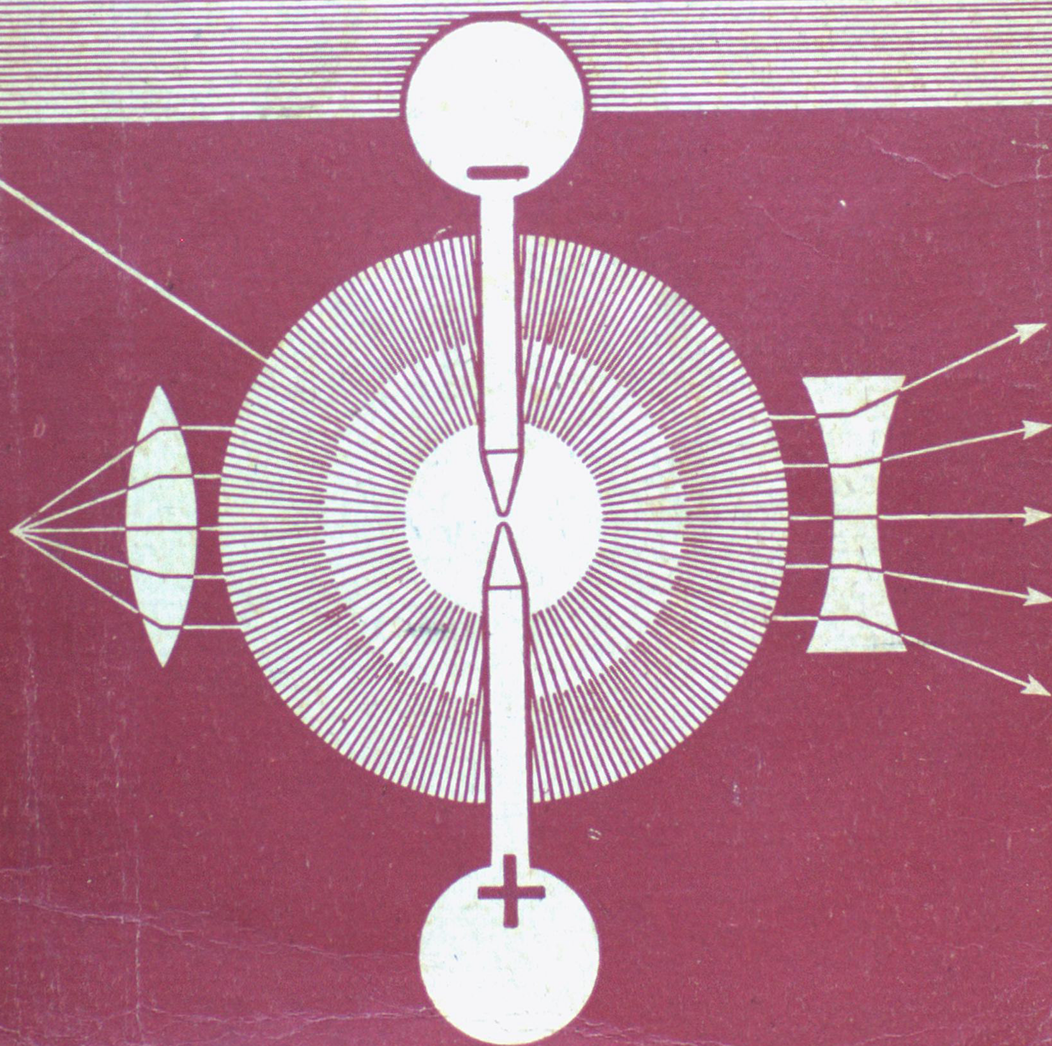
Naturlehre
für die Volksschule



REINHOLD PLÖTTNER — JOSEF HARTMANN

NATURLEHRE

FÜR DIE VOLKSSCHULE

Ein Lern- und Arbeitsbuch
mit 101 Abbildungen im Text
und einer Kunstdrucktafel

Fünfte, neubearbeitete Auflage

FRANZ EHRENWIRTH VERLAG MÜNCHEN

Genehmigt für den Gebrauch in Schulen durch Education and Religious Affairs Branch, Office of Military Government for Germany (US), am 29. I. 47 Brief Nr. GE-JA 350.01 (Germany).

G. M. Z. F. O.
Visa No 2293 / Scol. de la Direction de l'Education Publique
Autorisation No 2312 de la Direction de l'Information

Genehmigt von der Textbook Section, Education Branch, Zonal Executive Offices 62 HQ CCG (BE) Bünde, 21. Okt. 1948
Tgb. Nr. 4353

Verlagsnummer 636 f

Gesamtherstellung: Friedrich Pustet,
Graphischer Großbetrieb, Regensburg

Inhaltsverzeichnis

Kunstdrucktafel: 16 Bildnisse: Deutsches Museum, München.
Abbildungen im Text: Nach Angaben des Verfassers gezeichnet von Paul Müller Gauting, Bildrechte beim Verlag.



Otto von Guericke 1602—1686

(Zu Seite 25)



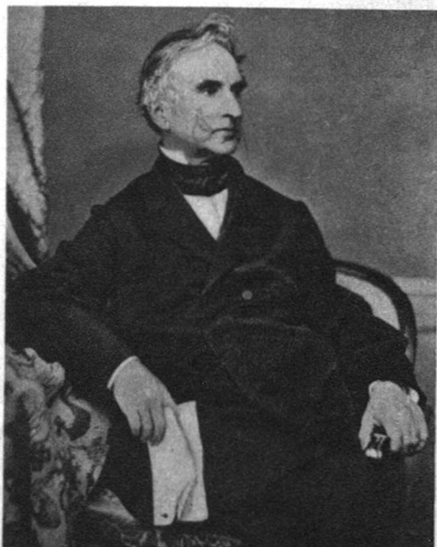
Josef von Fraunhofer 1787—1826

(Zu Seite 61)



Georg Simon Ohm 1787—1854

(Zu Seite 91)



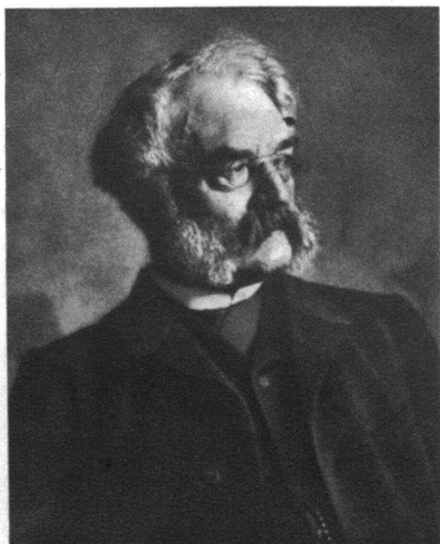
Justus von Liebig 1803—1873

(Zu Seite 112)



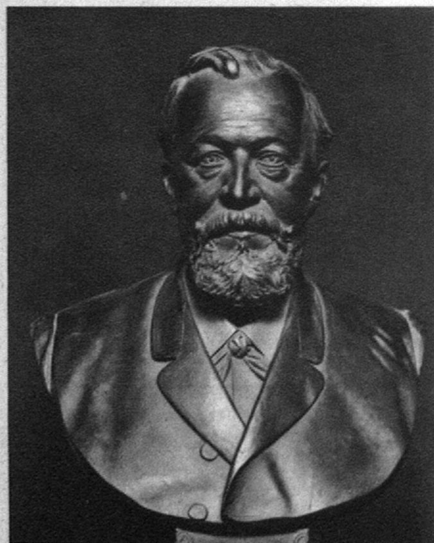
Julius Robert v. Mayer 1814—1878

(Zu Seite 103)



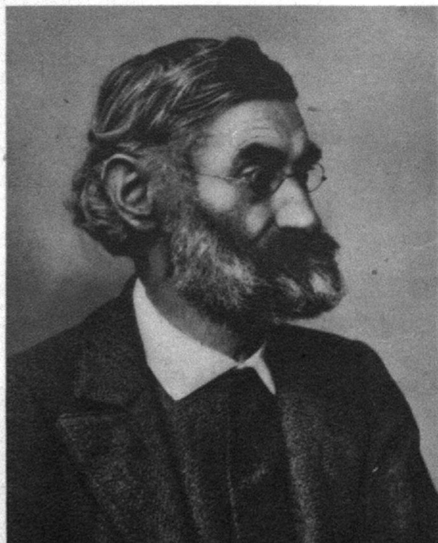
Werner von Siemens 1816—1892

(Zu Seite 95)



Nikolaus August Otto 1832—1891

(Zu Seite 55)



Ernst Abbe 1840—1905

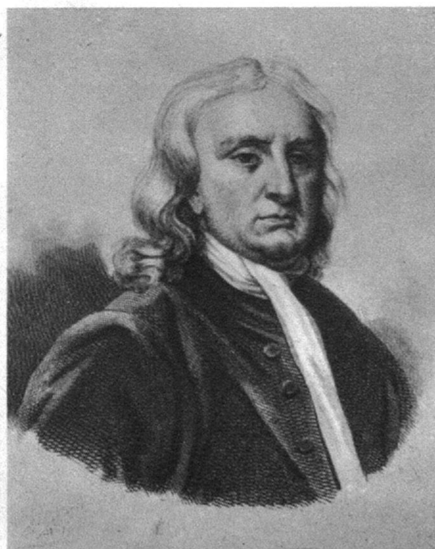
(Zu Seite 58)



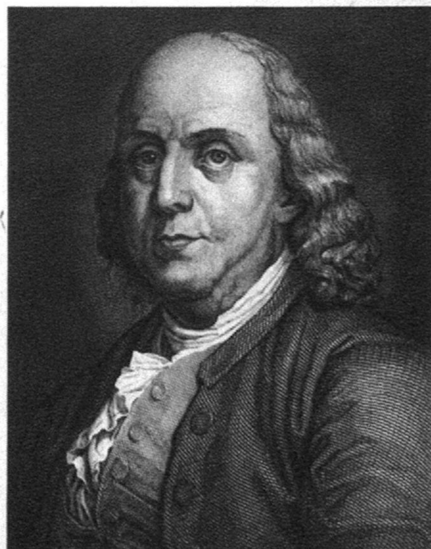
Galileo Galilei 1564—1642
italienischer Naturforscher; fand die Fallgesetze; bedeutende Forschungen in der Sternkunde.



Evangelista Toricelli 1608—1647
italienischer Naturforscher; erfand das Barometer.



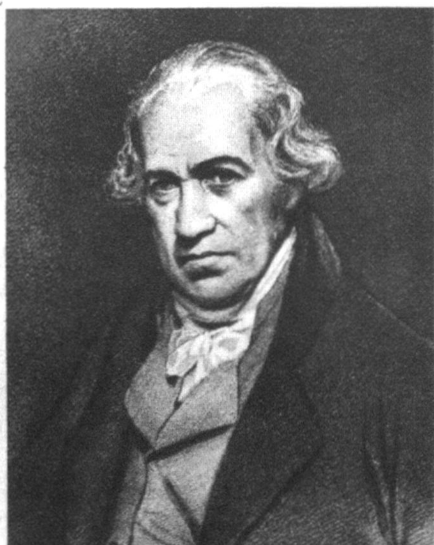
Isaak Newton 1643—1727
englischer Naturforscher; Lehre von der Gravitation; Untersuchung der Spektralfarben; bahnbrechend in der Sternkunde.



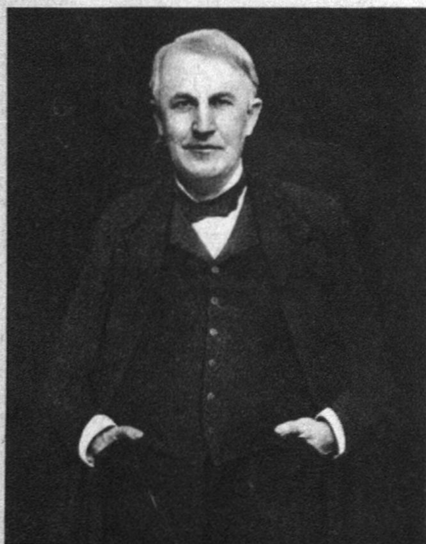
Benjamin Franklin 1706—1790
amerikanischer Staatsmann; erfand 1752 den Blitzableiter.



André Ampère 1775—1836
französischer Naturforscher: entdeckte die elektro-dynamischen Erscheinungen.



James Watt 1736—1819
englischer Ingenieur: baute 1769 die erste brauchbare Dampfmaschine.



Thomas Edison 1848—1931
amerikanischer Naturforscher; erfand Phonographen, Kohlenfadenglühlampe; erbaute 1880 das erste elektrische Werk.



Guglielmo Marconi geb. 1874
italienischer Physiker; erfand die drahtlose Telegraphie.

Der Wagen.

1. Warum braucht man zum Anfahren mehr Kraft als während der Fahrt?

Beobachtungen: a) Nenne die verschiedenen Arten von Wagen! Ordne sie, ob sie durch Mensch, Tier oder Motor bewegt werden!

b) Versuche einen leeren Bauernwagen in Fahrt zu bringen! Was beobachtest du über den Kraftverbrauch beim Anfahren, während der Fahrt?

c) Belade einen kleinen Wagen mit Steinen, bringe an der Deichsel eine Zugfederwaage an, ziehe an! Beobachte die Federwaage im Augenblick des Anfahrens und während der Fahrt!

d) Du stehst auf einem Wagen; er fährt plötzlich an. Nach welcher Richtung erhältst du einen Stoß? Du stehst auf einem fahrenden Wagen; er hält plötzlich. Stoßrichtung?

e) Du fährst mit der Eisenbahn, mit der Straßenbahn. Sie hält plötzlich, fährt plötzlich an. Beobachtung?

Der Wagen kommt nicht von selbst in Bewegung. Dazu ist eine Kraft notwendig, sei es die Muskelkraft eines Menschen, eines Tieres oder die Kraft eines Motors.

Wenn ein Körper sich in Ruhe befindet, so bleibt er so lange in Ruhe, bis ihn eine Kraft in Bewegung setzt; ist der Körper in Bewegung, so bleibt er so lange in Bewegung, bis ihn eine Kraft in Ruhe bringt. Diese Eigenschaft der Körper nennt man das Beharrungsvermögen oder das Trägheitsgesetz.

Aufgaben: a) Warum kann ein Wagen, ein Zug erst nach und nach in schnelle Fahrt oder zum Halten gebracht werden?

b) Pferde, Lokomotiven brauchen beim Anziehen eines Wagens mehr Kraft als bei der Fahrt; erkläre!

c) Warum mahnt die Straßenbahn den Aussteigenden: Linke Hand am linken Griff?

d) Warum fällt der Reiter vorn über den Hals seines Pferdes, wenn dieses seinen Lauf plötzlich hemmt?

e) Warum schießt ein Rennpferd, ein Schifahrer beim Wettrennen weit über das Ziel hinaus?

f) Warum ist es gefährlich, bergab schnell zu laufen oder zu fahren?

g) Warum nimmt man einen Anlauf, wenn man einen Weitsprung machen will?

h) Warum kann ein Laufender nicht plötzlich anhalten?

i) Warum schlägt der Hase Haken, wenn er von Hund oder Fuchs verfolgt wird?

k) Warum fällt das Obst vom Ast, wenn man den Baum schüttelt?

l) Warum fällt die Asche von der Zigarette, wenn man auf die Zigarette klopft?
m) Warum ist es so gefährlich, von einem fahrenden Zug abzuspringen?
n) Warum ist es so gefährlich, wenn zwei fahrende Züge zusammenstoßen?
o) Berichte über Autozusammenstöße, Eisenbahnunglücke, Stürze vom Fahrrad!
p) Warum kann man einen locker gewordenen Besen, Hammer durch Aufstoßen des Stiles auf eine feste Unterlage wieder befestigen?
q) Lege auf ein Trinkglas eine Postkarte, darauf ein Geldstück! Ziehe sehr rasch die Postkarte weg! Warum fällt das Geldstück in das Trinkglas?

2. Von der Geschwindigkeit.

a) Einem Wagen sind einmal Ochsen, ein andermal Pferde vorgespannt. Wann ist die Geschwindigkeit größer?
b) Vergleiche die Geschwindigkeit von Bauernwagen, Lastkraftwagen, Personenauto, Flugzeug!

Die Geschwindigkeit gibt man gewöhnlich in Metern je Minute (m/min.) oder in Metern je Sekunde (m/sec.) an.

Legt ein Wagen in 1 min. 40 sec. 80 m zurück, so ist seine Geschwindigkeit 80 : 100 = 0,8 m/sec.

Geschwindigkeit = Weg : Zeit.

Aufgaben: a) Ordne nach zunehmender Geschwindigkeit: Fußgänger 1,5 m/sec., Radfahrer 5, Reitpferd 12, leiser Wind 3, Sturm 10—15, Personenzug 8, Adler 24, Rennpferd 15, Hausschwalbe 45, starker Wind 5, Schall 333, Brieftaube 30, Schnellzug 14, Gewehrkugel 800, Auto 16—25 und mehr!
b) Vergleiche die Geschwindigkeit mehrerer Tiere, einiger Verkehrsmittel!
c) Berechne die Stundengeschwindigkeit!
d) Wie weit ist ein Gewitter entfernt, wenn zwischen Blitz und Donner 7 sec. vergehen?
e) Eine moderne elektrische Lokomotive erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 220 Stundenkilometern. Wie groß ist ihre Geschwindigkeit in m/sec.?
f) Ein Läufer durchläuft die 100-m-Strecke in 11,9 sec. Wie groß ist seine Geschwindigkeit in m/sec.?
g) Miß auf dem Spielplatz eine 100-m-Strecke ab, durchlaufe sie und bestimme mit der Stoppuhr die Zeit! Berechne die Stunden- und Sekundengeschwindigkeit! — Miß mit einem Kameraden am Straßenrand eine 100-m-Strecke ab! Bestimme mit der Stoppuhr, in welcher Zeit diese Strecke von einem Radler, einem Lastauto, einem Personenauto durchfahren wird! Rechne! — Miß an einem fließenden Gewässer eine 100-m-Strecke! Wirf ein Stück Holz, einen Zweig, einen Büschel Gras in das Wasser und bestimme mit der Uhr die Sekunden- und Stundengeschwindigkeit des fließenden Wassers!

3. Warum kommt der Wagen von selbst zu stehen, wenn die Pferde nicht mehr ziehen?

Beobachte, a) wie ein Wagen nach und nach zum Stehen kommt, wenn keine Zugkraft mehr wirkt,
b) wie die Bremsvorrichtung beschaffen ist,

c) wie man schwere Lasten auf Rollhölzern von Ort und Stelle bewegen kann,

d) welche Einrichtung Klaviere besitzen, damit man sie leichter wegrücken kann,

e) wie und wo man den Wagen schmiert!

f) Vergleiche die Oberfläche verschiedener Straßen (Feld-, Land-, Autostraßen)!

g) Lasse einen Kreisel (Knopf mit durchgestecktem, unten zugespitztem Hölzchen) erst auf dem glatten Tisch laufen; dann bestreue den Tisch mit Sand und lasse den Kreisel im Sand laufen!

h) Lege 2 Bürsten mit den Borsten aufeinander und ziehe die obere Bürste über die untere!

Die Reibung hemmt jede Bewegung; sie stemmt sich der Antriebskraft entgegen und vermindert dadurch deren Wirkung. Die Reibung der Räder hängt ab von der Beschaffenheit der Räder und von der Beschaffenheit der Straßenoberfläche. Je glatter die Straße ist, desto geringer ist die Reibung, desto leichter fährt der Wagen. Je rauher, steiniger die Straße ist, desto ...

Beobachtung: Lege einen Stoß Bücher auf die Tischplatte und versuche sie wegzuschieben! Lege sie auf zwei Bleistifte und schiebe sie jetzt weg!

Es gibt zweierlei Reibung: schleifende und rollende Reibung. Die Räder des Wagens verwandeln die schleifende Bewegung in eine rollende. Man erspart dadurch viel Kraft.

Bei einem Kraftwagen, der auf einer trockenen Asphaltstraße fährt, ist die rollende Reibung $^4/_{100}$ der Last. Wiegt der Wagen samt Last 1500 kg, so ist die Reibungskraft $^4/_{100} \cdot 1500 = 60$ kg. Diese 60 kg muß die Zugkraft überwinden. Bei schleifender Reibung, wenn z. B. die Bremsen fest angezogen sind, ist die Reibung $^{40}/_{1000}$, also $^{40}/_{1000} \cdot 1500 = 600$ kg.

Aufgaben: a) Warum werden beim Wagen die Räder geschmiert? Warum werden alle Maschinen geschmiert?

b) Warum legt der Fuhrmann beim Bergabfahren einen Hemmschuh unter?

c) Wie wirkt sich der Zustand der Straßen auf den Benzinverbrauch der Autos aus? Bedeutung guter Straßen, der Autostraßen!

d) Warum können wir bei Glatteis so schlecht gehen? Warum streut man Sand?

e) Warum laufen Eisenbahn und Straßenbahn auf Schienen?

f) Warum fährt im Winter der Sandstreuwagen auf den wichtigeren Straßen?

g) Ein Pferd zieht einen Wagen mit 2000 kg. Nun setzt sich noch der Fuhrmann mit seinen 75 kg Gewicht darauf. Welche Kraft muß das Pferd aufwenden, wenn die Reibungszahl 0,05 ist?

h) Ein Bierwagen hat 1300 kg Selbstgewicht. Auf ihm befinden sich 12 Fässer von je 120 kg Gewicht. Welche Kraft muß jedes der 2 vorgespannten Pferde aufwenden, wenn die Reibungszahl 0,02 ist?

i) Was ist besser für die Fortbewegung eines Wagens, schmale oder breit Räder? Warum? Beobachte die auf dem Felde arbeitenden Traktoren!

4. Warum besitzen viele Maschinen, z. B. das Fahrrad, Kugellager?

Beobachtungen: a) Untersuche, wie sich Radachse und Radnabe bei einem Bauernwagen berühren!
b) Untersuche ein Kugellager eines Fahrrades!
c) Lege 2 Bretter übereinander und ziehe das obere über das untere Brett hinweg! Lege zwischen die 2 Bretter einige Schusser oder Kugeln und ziehe jetzt das obere über das untere Brett! — Vergleiche!

Bei einem Bauernwagen liegt die Innenfläche des ganzen Rades unmittelbar auf der Achse. Trotz bester Schmierung bieten die beiden aufeinander reibenden Flächen einen großen Widerstand. Reibt dagegen eine Kugel an einer Fläche, so findet die Berührung in einem Punkt statt. Statt Reibungs**flächen** haben wir Reibungs**punkte**.

Vorteile: Der Anlaufwiderstand ist geringer. Die Reibung ist fast unabhängig vom Schmiermittel und dessen Verunreinigung durch Staub.

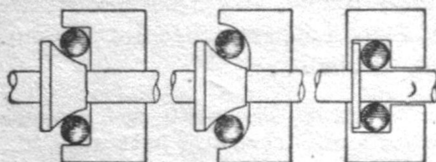


Abb. 1 *Verschiedene Kugellager*

Aufgaben: a) Zeige am Fahrrad, wo sich überall Kugellager befinden! Es müssen 10 sein!
b) Welches Kugellager in Abb. 1 hat die geringste Reibung? Warum?

Schwere Lasten werden gehoben.

Warum können die Maurer mit eisernen Stangen schwere Steine leicht fortschaffen?

1. Beobachte, a) wie auf einem Bauplatz die Maurer, die Zimmerleute große Steine, schwere Balken von Ort und Stelle schaffen,
b) wie in einem Steinbruch, bei einem Steinmetz schwere Steine mit einer langen Stange von der Stelle geschafft werden!
c) Versuche selbst in ähnlicher Weise einen schweren Stein, einen Balken fortzuschaffen!
d) Hebe einen Eimer voll Erde mit freier Hand! Hebe ihn, wie es Abb. 2 zeigt! Wie mußt du es anstellen, um möglichst wenig Kraft zu brauchen?
e) Stelle fest, wo die Last, wo die Kraft deines Armes auf die Stange drückt!
f) Beobachte jene Kinderschaukel, die aus einem über einen Baumstamm gelegten Brett besteht! — Kinder verschiedener Schwere wollen miteinander schaukeln. Wie stellen sie es an?

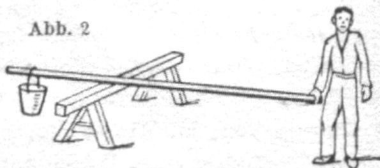


Abb. 2

Mit dem Hebel kann man schwere Lasten heben. An einem Ende greift die Last, am anderen die Kraft an. Dazwischen liegt der Unterstützungspunkt. Ein derartiger Hebel hat 2 Arme, einen

Lastarm und einen Kraftarm. Ist der Kraftarm doppelt so lang wie der Lastarm, so ist die Kraft nur die Hälfte der Last.

Aufgaben: a) Mache von folgenden Gegenständen einfache Skizzen und bezeichne den Angriffspunkt der Last, der Kraft, den Unterstützungspunkt: Brechstange, Spaten, Balkenschaukel, Schlagbaum beim Bahnübergang, Pumpenschwengel, Zange, Schere, Krämerwaage.

b) Warum hat die Blechschere lange, die Papierschere kurze Griffe?

2. Beobachtung: Schiebe eine Hebelstange unter eine Last, hebe diese, indem du den Hebel nach oben drückst! Wo greift die Last, die Kraft an, wo liegt der Unterstützungspunkt? — Mache eine Skizze und zeichne die 3 Punkte an!

Kraft und Last können auch auf der gleichen Seite des Unterstützungspunktes liegen. Der Lastarm reicht vom Unterstützungspunkt bis zur Aufliegstelle der Last, der Kraftarm vom Unterstützungspunkt bis zur arbeitenden Hand.

Aufgaben: a) Bestimme den Angriffspunkt der Last, der Kraft, den Unterstützungspunkt beim Schubkarren, Trittbrett am Schleifstein, an der Nähmaschine!

b) Warum ist es nicht gleichgültig, an welcher Stelle des Schubkarrens die Last liegt?

c) Bestimme den Angriffspunkt der Last, der Kraft, den Unterstützungspunkt: Handbremse am Fahrrad, Sense, Gabel, Ruder, Kartoffelquetsche, Brotschneidemaschine, Futterschneidmaschine (mit Handbetrieb)!

3. Beobachte, a) wie auf dem Neubau Mörtelkübel, Steine, Bretter, Balken in die Höhe gezogen werden,

b) wie Getreide-, Mehlsäcke auf den Speicher geschafft werden!

c) Säge aus mehreren Fadenspulen das walzenförmige Mittelstück heraus und leime immer je 2 Randstücke mit den Schnittflächen zusammen! Fertige aus Brettstückchen die Schere (= Aufhängevorrichtung) und hänge die fertige Rolle auf! (Abb. 3.) Hänge auf die eine Seite eine Last, auf die andere Seite ein Gewicht als Kraft! Vergleiche Last und Kraft!

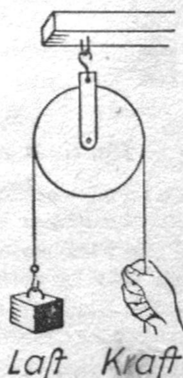


Abb. 3

An der festen Rolle sind Last und Kraft gleich groß; an Kraft wird nicht gespart.

Aufgaben: a) Wie kam man wohl auf die Rolle? (Zusammenhang mit der Reibung).

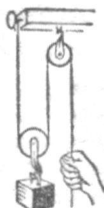
b) Warum verwendet man die feste Rolle, wenn an Kraft nichts gespart wird?

c) Untersuche die Rollen an Hängelampen, an Vorhängen, an Türen, die durch ein Laufgewicht geschlossen werden, an einer Schultafel, die durch ein Laufgewicht verstellbar ist! Mache einfache Skizzen davon!

d) An einer festen Rolle hängt ein Sack mit 50 kg Gewicht. Welche Kraft muß man aufwenden, um ihn hochzuziehen?

e) Bei einem Rammklotz läuft das Seil über eine feste Rolle. Der Rammklotz wiegt 800 kg. Wieviel Männer müssen daran ziehen, wenn jeder einen Zug von 50 kg ausübt?

4. Beobachtung: Hänge 2 Rollen auf, wie es Abb. 4 zeigt! Bringe eine Last an und ein Gewicht als Kraft! Vergleiche Last und Kraft miteinander!


Abb. 4

Bei der festen Rolle wird keine Kraft gespart. Hat man daher sehr schwere Lasten in die Höhe zu ziehen, so verwendet man 2 Rollen; eine ist oben am Balken, die andere unten an der Last.

Bei der beweglichen Rolle wird Kraft gespart; man braucht nur ½mal so viel Kraft, als die Last ausmacht. Man braucht jedoch auch Kraft zum Heben der Rolle selbst.

Aufgaben: a) An einer beweglichen Rolle hängt ein Getreidesack mit 1 dz Gewicht. — Kraft?

b) Eine bewegliche Rolle wiegt 10 kg, die Last daran 50 kg. — Kraft?

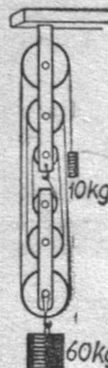


Abb. 5

5. Beobachtung: Stelle 4 oder 6 Rollen zu einem Flaschenzug zusammen (Abb. 5)! Hänge verschieden schwere Lasten und die notwendigen Gewichte als Kraft an! Vergleiche jedesmal Last und Kraft mit der Zahl der Rollen!

Die Arbeit wird leichter, wenn man 4, 6 oder mehr Rollen an 2 Scheren verwendet. Eine solche Vorrichtung heißt Flaschenzug. Hat die untere Schere 3 Rollen (Abb. 5), so verteilt sich die Last auf 6 Seilstücke. Jedes Seilstück trägt ein $^1/_6$ der Last. Als Kraft benötigt man nur $^1/_6$ der Last.

Man kann auch so sagen:

Die Kraft ist der sovielte Teil der Last, als Rollen vorhanden sind.

Aufgaben: a) Wo kann man den Flaschenzug in Tätigkeit sehen? Wodurch unterscheidet er sich von Abb. 4?

b) Ein Flaschenzug hat in jeder Flasche 4 Rollen. Welche Kraft ist zum Heben von 1594 kg nötig, wenn die Lastflasche 6 kg wiegt?

c) Ein Mann mit 60 kg Zugkraft soll eine Last von 535 kg haben. Die Lastflasche wiegt 6 kg. Wieviel Rollen muß der Flaschenzug haben?

d) Am freien Seilende eines Flaschenzuges von je 2 Rollen ziehen 4 Mann mit je 40 kg Zugkraft. Wie schwer darf die Last sein, wenn $^1/_5$ der Zugkraft durch Reibung verlorengeht?

Die Mauern müssen richtig stehen.

Wie prüfen dies die Maurer?

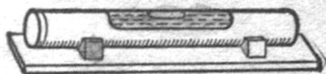
Beobachtungen: a) Wie stellen Maurer und Zimmerleute fest, ob eine Mauer, ein Balken genau senkrecht steht?

b) Wie stellt der Maurer fest, ob eine Mauer überall gleich hoch ist?

c) Zeichne die verwendeten Gegenstände!

d) Binde an eine Schnur ein Gewicht oder einen Stein, befestige die Schnur an einem Nagel am Scheunentor, an einem senkrecht stehenden Brett oder Balken, bezeichne die Richtung der Schnur mit einem Kreidestrich, laß von dem Nagel aus verschiedene Gegenstände zur Erde fallen und beobachte!

Die Erde zieht alle Körper an. Diese fallen, wenn sie nicht unterstützt werden, senkrecht zur Erde. Die Anziehungskraft der Erde heißt Schwerkraft. Alle Körper auf der Erde sind schwer oder haben ein Gewicht.


Abb. 6

Um die senkrechte Fallrichtung festzustellen, benützt man das Senkblei oder das Lot. Die Wasserwaage (Abb. 6) dient zum Feststellen der waagrechten Richtung.

Aufgaben: a) Erkläre den Ausdruck „lotrecht"!

b) Binde an eine Schnur ein Gewicht und stelle fest, ob die Schränke, Tische, Stühle, Öfen in deiner Wohnung senkrecht stehen!

c) Beschreibe, wie der Maurer Meßlatte und Wasserwaage verwendet!

d) Fertige selbst eine Wasserwaage: Nimm ein kleines Tablettenröhrchen, fülle es so mit Wasser, daß nur noch eine kleine Luftblase bleibt, wenn das Röhrchen mit dem Kork verschlossen ist! Lege das Röhrchen auf ein Brettchen, dessen waagrechte Richtung mit einer von einem Maurer entlehnten Wasserwaage festgestellt ist, bezeichne die Stellung der Luftblase mit aufgeklebten Papierstreifen! Befestige das Röhrchen auf seiner Unterlage!

e) Untersuche nun die Richtung der Tischplatte, des Stuhlsitzes, des Fußbodens, des Fenstersimses, der Herdplatte usw.!

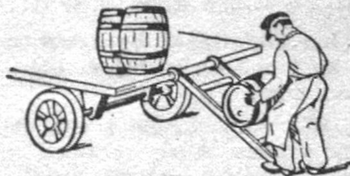
f) Wie kann man mit einer Wasserwaage auch die senkrechte Richtung feststellen?

g) Auf einer Wasserwaage kann man z. B. lesen: Empfindlichkeit 0,3 mm/m, d. h. auf 1 m beträgt die Neigung 0,3 mm, angezeigt durch je 1 Teilstrich auf dem Glasrohr oder auf dem Gehäuse. Auf einer anderen Wasserwaage steht: Empfindlichkeit 0,8 mm/m, auf einer dritten: Empfindlichkeit 0,15 mm/m. Welche Waage hat die größere Empfindlichkeit? Warum ist beim Aufstellen von Maschinen eine ganz empfindliche Wasserwaage notwendig?

Die Schrotleiter.

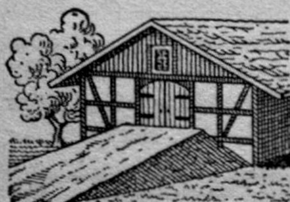
a) Beobachte, wie gefüllte Bierfässer auf den Wagen gerollt, wie schwere Steine, lange Baumstämme auf den Wagen gebracht werden! (Abb. 7.)

b) Bilde mit einem Brett und einigen Ziegelsteinen eine schiefe Ebene! Belade einen kleinen Handwagen mit Steinen und ziehe ihn auf der schiefen Ebene empor! Wiederhole den Versuch mehrmals, wobei du das Brett bald flacher, bald steiler legst! Wann brauchst du mehr Kraft? Mache die Versuche auch unter Verwendung einer Zugfederwaage!


Abb. 7

Die Schrotleiter ist eine schiefe Ebene. Je steiler die schiefe Ebene ist, desto größer muß die Kraft sein, die zum Hinaufschaffen der Lasten erforderlich ist; je flacher . . .

Aufgaben: a) Inwiefern ist auch die Treppe eine schiefe Ebene? Wann begeht man sie am bequemsten?



Auffahrt zur Scheune

Abb. 8

b) Wann erfordert das Bergsteigen viel, wann weniger Kraft?

c) Im Gebirge werden die Fußwege im Zickzack, die Straßen in großen Windungen angelegt; warum? Vergleiche alte und neue Straßen hinsichtlich ihrer Neigung!

d) In manchen Gegenden Deutschlands besitzen die Scheunen eine schiefe Auffahrt (Abb. 8). Warum wohl? Wie muß die Auffahrt beschaffen sein, damit sich die Zugtiere am wenigsten anstrengen?

Wird Arbeit gespart?

Beobachtungen: a) Fülle ein Kistchen mit Erde oder Steinen und ziehe es an einem Strick, an dem eine Zugfederwaage angebracht ist! — Fülle doppelt soviel Erde oder Steine in das Kistchen und ziehe! Beobachte wieder die Federwaage!

b) Fülle einen Eimer mit Erde oder Steinen, bringe am Griff eine Zugfederwaage an und hebe! — Vermehre die Last im Eimer und hebe wieder! — Hebe die Last zuerst stuhlhoch, dann tischhoch; was spürst du?

1. Zu jeder Arbeit ist eine Kraft notwendig, sei es die Muskelkraft von Mensch oder Tier oder die Kraft einer Maschine. Arbeit leisten wir, ob wir Steine tragen, Erde schaufeln oder über eine Treppe steigen. Die Arbeit ist um so größer, je schwerer der gehobene Körper ist und je höher er gehoben werden muß.

c) Ziehe das Kistchen samt Inhalt 2 m, 5 m weit. Wann ist die Arbeit größer? — Trage einen Eimer voll Kohlen in den 1., in den 3. Stock! In welchem Falle ist die Arbeit größer?

d) Hebe 1 kg 1 m hoch!

Wenn wir einen Körper ziehen oder heben, so muß die Muskelkraft dabei einen bestimmten Weg zurücklegen. Je weiter wir ziehen oder je höher wir heben, desto größer ist auch der zurückgelegte Weg. Je länger der zurückgelegte Weg ist, desto größer ist auch die geleistete Arbeit.

Das Einheitsmaß der Arbeit ist diejenige Arbeitsmenge, die notwendig ist, um 1 kg 1 m hoch zu heben. Diese Arbeitsmenge heißt 1 Kilogramm-Meter (kgm oder mkg).

e) Wir berechnen die Arbeit, die wir leisten. Dabei kommt es auf die Kraft und auf den Weg an. Der Eimer mit Kohlen wiege 5 kg. Tragen wir ihn 1 m weit, so haben wir eine Arbeit von 5 mkg geleistet. Verdoppeln wir die Last auf 10 kg, so ist unsere Arbeit auch doppelt so groß, also 10 mkg. Heben oder ziehen wir die Last 2 m (5 m, 8 m) weit, so ist die geleistete Arbeit $2 \cdot 10$ mkg ($5 \cdot 10$ mkg, $8 \cdot 10$ mkg) = 20 mkg.

Wenn man 1 kg 4 m hoch hebt, so ist die Arbeit 4 mkg. Wenn man aber 50 kg in die gleiche Höhe hebt, so ist die Arbeit $4 \cdot 50 = 200$ mkg.

Arbeit = Kraft mal Weg.

A u f g a b e n: a) Ein Bauarbeiter trägt 16 Ziegelsteine von je 3 kg Gewicht 10 m hoch. Er selbst wiegt 75 kg. Welche Arbeit leistet er?
b) In einem Fahrstuhl fahren 4 Personen von je 75 kg Gewicht in den 4. Stock (20 m). Welche Arbeit ist nötig?

2. Ein Lastwagen ist mit Bauschutt beladen. Er kann durch einen Traktor oder ein Pferdegespann weggefahren werden. Wer macht es schneller? — Ein Pferde- und ein Ochsengespann ziehen jedes einen Wagen voll Holz. Beide Gespanne leisten die gleiche Arbeit. Brauchen sie auch die gleiche Zeit? — Von 2 Knaben zieht jeder 1 Zentner Kohlen auf seinem Schlitten nach Hause. Der eine Junge besucht die 8., der andere die 1. Klasse. Beide leisten die gleiche Arbeit. Brauchen sie auch dieselbe Zeit?

Im täglichen Leben kommt es nicht nur darauf an, daß eine Arbeit überhaupt geleistet wird, sondern daß sie in einer bestimmten Zeit geschieht. Der Bauarbeiter trägt 16 Ziegelsteine auf einmal in die Höhe; ein Kind muß öfter gehen, es braucht länger. Der Arbeiter leistet also mehr. Es kommt bei der L e i s t u n g also auch auf die Zeit an. Wenn man die L e i s t u n g von Menschen, Tieren oder Maschinen miteinander vergleicht, so berechnet man sie auf 1 sec. Diese Arbeit heißt Sekundenarbeit.

Unter Leistung versteht man die in 1 sec. verrichtete Arbeit.

A u f g a b e: Ein Arbeiter von 75 kg Gewicht trägt 25 kg Lebensmittel vom Tal auf eine 800 m höher gelegene Berghütte; er braucht dazu 3 Stunden. Wie groß ist seine Leistung?

3. Im praktischen Leben verwendet man häufig für Leistung auch den Ausdruck „Pferdestärke" (PS). Das ist die Leistung von 75 mkg in 1 sec. Durch Versuche hat man nämlich festgestellt, daß ein Pferd für kurze Zeit eine derartige Arbeit verrichten kann.

(Die dauernde Arbeit eines Pferdes ist aber geringer, nur etwa $\frac{2}{3}$ von 1 PS.)

Eine Maschine hat die Leistung von 1 PS, wenn sie in 1 sec. 75 kgm Arbeit leistet.

A u f g a b e n: a) Laufe schnell eine Treppe hinauf, bestimme die Zeit, die du brauchst, wiege dich und stelle nun deine Leistung in PS fest!
b) Ein Kran hebt eine Last von 375 kg in 2 sec. 10 m hoch. Wie groß ist seine Leistung in kgm/sec. und in PS?

4. Wird Arbeit gespart?

a) Bei der beweglichen Rolle ist zum Heben einer Last nur $^1/_2$ so viel Kraft notwendig. Ist die Last 100 kg, so ist die Kraft 50 kg. Um aber die 100 kg 1 m zu heben, müssen 2 m Seil herausgezogen werden.

Also ist die Arbeit der Last:	Arbeit der Kraft:
$100 \cdot 1 = 100$ mkg	$50 \cdot 2 = 100$ mkg

Es wird an Kraft gespart, aber nicht an Arbeit.

b) Beim Flaschenzug ist die Kraft der sovielte Teil der Last, als Rollen vorhanden sind. Beträgt die Last an einem Flaschenzug mit 4 Rollen 100 kg, so ist die Kraft 25 kg. Um aber die 100 kg 1 m zu heben, müssen 4 m Seil herausgezogen werden. Es ist also

die Arbeit der Last	die Arbeit der Kraft
$100 \cdot 1 = 100$ mkg	$25 \cdot 4 = 100$ mkg

Es wird an Kraft gespart, aber nicht an Arbeit.

Was an Kraft gewonnen wird, geht an Weg verloren. An Arbeit wird nichts gespart. Das ist das Gesetz von der Erhaltung der Arbeit.

5. Eine Vorrichtung, mit der Arbeit geleistet wird, heißt Maschine. Hebel, Rolle und Flaschenzug sind Maschinen. Der Hebel ist die einfachste Maschine. Gleicharmiger Hebel und feste Rolle erfordern gleiche Last und Kraft. Bei den übrigen einfachen Hebelmaschinen gewinnt man zwar Kraft, verliert aber an Weg.

Das Fahrrad.

1. Warum kann das Fahrrad nicht frei stehen?

Beobachtungen: a) Versuche, das Fahrrad frei stehen zu lassen! Stürze es auf Sattel und Lenkstange! Warum steht es jetzt?

b) Stelle eine leere Weinflasche auf ihre Grundfläche, dann auf ihren Hals und stoße sie um! In welchem Falle geht es leichter? — Mache den gleichen Versuch mit einer quadratischen Säule, die zuerst auf ihrer Grundfläche liegt, dann auf einer ihrer Seitenflächen!

c) Fülle die Weinflasche zur Hälfte mit Wasser und versuche sie jetzt umzustoßen!

Ein Gegenstand steht um so sicherer,

a) je größer die Unterstützungsfläche ist,
b) je niedriger und schwerer er ist,
c) je näher die schweren Teile des Körpers der Unterstützungsfläche liegen.

Aufgaben: a) Weise nach, daß diese 3 Bedingungen beim Fahrrad nicht zutreffen, daß sie aber gelten, wenn man das Fahrrad auf Sattel und Lenkstange stellt!

b) Warum fällt der hochbeladene Getreidewagen leichter um als der leere?

c) Warum haben Roll- und Eisenbahnwagen nur eine geringe Höhe?

d) Warum hat die Stehlampe einen schweren Standfuß?

e) Welche Haltung nimmt der Mensch ein, wenn er einen schweren Rucksack, ein Wasserschaff vor sich, einen schweren Eimer rechts oder links trägt? Warum?

f) Warum steht man auf 2 Füßen fester als auf 1? Warum fester, wenn man die Beine spreizt?

g) Warum steht ein vierfüßiger Tisch besser als ein einfüßiger?

h) Warum kann man mit Stelzen zwar gehen, aber nicht stehen?

i) Warum fällt ein Weinglas leichter um als ein Bierglas, eine leere Flasche leichter als eine gefüllte?

k) Warum macht man heute die Kinderwagen niedriger als früher?

l) Bei Maschinengestellen und Maschinenkörpern muß die Grundfläche möglichst groß sein; warum? Das Hauptgewicht muß möglichst tief liegen; warum? Oft wird die Grundplatte noch durch Auflegen von Gewichten besonders beschwert; warum?

2. Warum fällt das Fahrrad beim Fahren nicht um?

Beobachtungen: a) Ein größerer Spielzeugkreisel wird auf einem Brett oder Tisch zum Laufen gebracht. Neige die Unterlage, stoße gegen seine Achse, gegen seinen Körper: er läßt sich nicht aus seiner senkrechten Lage bringen.

b) Durch das Rad eines Rollers oder eines Kinderwagens stecke einen Holz- oder Eisenstab als Achse und hänge es in einer Drahtschlinge auf! Führe einen Stoß gegen das ruhig hängende, gegen das rasch laufende Rad! Im ersten Falle nimmt das Rad sofort eine schiefe Stellung ein, im zweiten wird es wohl zur Seite gedrückt, aber nicht aus seiner Schwingungsebene.

Die in Bewegung gebrachten Räder wirken wie ein Kreisel; sie behalten infolge des Trägheitsgesetzes ihre Bewegungsrichtung bei.

3. Warum neigt sich der Radfahrer beim Nehmen einer Kurve auf die Innenseite?

Beobachtungen: a) Wie ist deine Körperhaltung beim schnellen Laufen, beim Radfahren in einer Kurve?

b) Wie hält sich ein Schlittschuhläufer in einer Kurve?

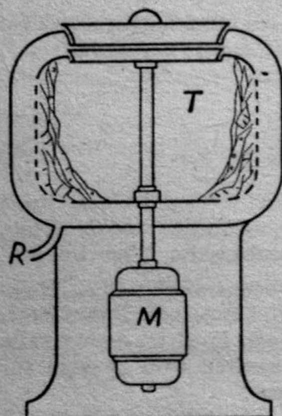
c) Fülle ein Marmeladekübelchen mit Wasser und schwinge es im Kreise! Beobachte!

Auf einen schwingenden Körper wirken Anziehungskraft und Fliehkraft zu gleicher Zeit. Die Fliehkraft ist um so größer,

a) je schwerer der Körper ist,
b) je größer die Umdrehungsgeschwindigkeit ist,
c) je weiter der schwingende Körper vom Mittelpunkt der Kreisbahn entfernt ist.

In der Kurve will die Fliehkraft den Radler aus der Kurve hinaustragen. Würde er sich bei der Geradeausfahrt nach links oder rechts neigen, so würde er infolge der Schwerkraft umfallen. In der Kurve aber wirkt die Fliehkraft der Schwerkraft entgegen; darum neigt sich der Radler so weit nach innen, daß die Fliehkraft durch die Schwerkraft aufgehoben wird.

A u f g a b e n: a) Warum stürzen die Radler besonders häufig in einer Kurve? Warum besonders bei nassem Boden? (Feuchtigkeit wirkt wie Schmierung, Kies und Sand wie Kugeln im Lager.)
b) Warum müssen Wagen und Straßenbahnen in der Kurve langsamer fahren?
c) Warum besitzen die Räder Schutzbleche? Wann spritzt mehr Schmutz, bei schneller oder langsamer Fahrt? Warum? (Die Schwungkraft wächst mit der Umdrehungsgeschwindigkeit.)



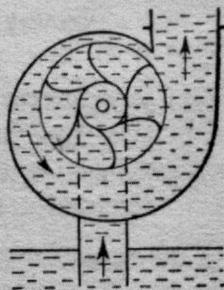
Wäschetrockenmaschine
Abb. 9

d) Warum spritzt das Wasser vom Schleifstein, wenn man ihn rasch dreht?
e) Schwinge den rechten Arm heftig im Kreise! Vergleiche den rechten Handrücken mit dem linken! Erkläre!
f) Warum liegt bei den Eisenbahnkurven die äußere Schiene höher als die innere?
g) Beim Bau von Maschinen muß die Fliehkraft von kreisenden Maschinenteilen genau berechnet und berücksichtigt werden; warum?

Die W ä s c h e t r o c k e n m a s c h i n e (Abb. 9). Der wesentliche Teil ist die zylindrische Trommel T mit durchlöcherter Wandung. Die nasse Wäsche wird eingelegt. Bei der Umdrehung der Trommel durch den Motor M wird das Wasser durch die seitlichen Öffnungen getrieben (warum?) und fließt durch das Rohr R ab. Die Wäsche wird dadurch trocken und dabei mehr geschont als durch das bekannte Auswinden.

Die M i l c h z e n t r i f u g e. Wenn du eine Zentrifuge zu Hause hast, so gib den Aufbau und die Teile genau an! Die schwere Magermilch wird am weitesten nach außen geschleudert, der Rahm sammelt sich in einer Schicht in der Nähe der Achse. Röhren leiten Rahm und Magermilch in besondere Behälter. Die Fliehkraft ist so groß, daß in einer guten Zentrifuge nur 0,1% Fett in der Magermilch zurückbleibt. Die Trennung von Fett und Magermilch hängt von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel ab; diese macht 5000—6000 Umläufe in 1 min.

Die M o t o r f e u e r s p r i t z e. In ihr arbeitet eine Kreisel- oder Zentrifugalpumpe (Abb. 10). In einem zylindrischen Gehäuse dreht sich das Flügelrad, das mit gebogenen Schaufeln versehen ist, um eine Achse. Aus dem Gehäuse steigt das Steigrohr in die Höhe, während das Saugrohr in der Richtung der Achse angeschlossen ist. Wird die Pumpe durch einen Motor in Betrieb gesetzt, so wird das Wasser durch die Fliehkraft in das Steigrohr getrieben, während um die Achse herum ein luftverdünnter Raum entsteht, in den durch den äußeren Luftdruck wieder Wasser durch das Saugrohr hineingepreßt wird. Daraus ergibt sich, daß die Pumpe erst arbeiten kann, wenn sie mit Wasser gefüllt ist. Dieses geschieht dadurch, daß entweder durch eine Vorrichtung Luft angesaugt oder das Wasser eingeschüttet wird. —


Kreiselpumpe
Abb. 10

Wenn es dir möglich ist, betrachte auch eine Honigschleudermaschine! Erkläre die Wirkung!

4. Das Fahrrad als Maschine. Man unterscheidet

a) Kraftmaschinen; das sind Maschinen, an denen eine Kraft angreift, z. B. die Lenkstange, die Vorderradbremse, die Tretkurbel usw.;

b) Arbeitsmaschinen; das sind Maschinen, durch die unmittelbar Arbeit geleistet wird, z. B. die Laufräder;

c) Zwischenmaschinen; sie verbinden die Kraft- mit den Arbeitsmaschinen.

Das Fahrrad ist keine einfache, sondern eine zusammengesetzte Maschine. Beweise das im einzelnen!

Aufgaben: a) Inwiefern ist die Kette (ohne Ende) eine Zwischenmaschine, inwiefern sind es die Zahnräder?

b) Was versteht man unter „Übersetzung"? Die Kette überträgt durch das kleine Kettenrad die Bewegung der Triebachse auf die Achse des Hinterrades. Das Triebrad hat mehr Zähne als das kleine Kettenrad. Daher wird nicht nur die Bewegung übertragen, sondern auch die Geschwindigkeit vermehrt. Hat das Triebrad 48 Zähne, das kleine Kettenrad aber nur 18, so dreht sich das Hinterrad $48 : 18 = 2\frac{2}{3}$mal, während das Triebrad nur 1 Umdrehung ausführt. Wird diese Zahl mit dem Durchmesser des Hinterrades vervielfacht, so erhält man die „Übersetzung".

Die Übersetzung $= (Z : z) \cdot d$.

(Z = Zähne des großen Kettenrades, z = Zähne des kleinen Kettenrades, d = Durchmesser des Hinterrades). Berechne nun die Übersetzung an deinem eigenen Fahrrad! Vergleiche mit dem Rad deines Kameraden! — Der während einer Kurbelumdrehung zurückgelegte Weg = Übersetzung mal 3,14. Berechne aus der Anzahl der Kurbelumdrehungen die Entfernung deiner Wohnung von der Schule!

5. Das Fahrrad in der Volkswirtschaft.

a) Inwiefern ist das Fahrrad ein Erzeugnis feinster Präzisionsarbeit?

b) Bedeutung des Fahrrades für den Stadtrandsiedler, für den Postboten, den Laufburschen, für das flache Land.

c) Welche Verkehrsvorschriften gelten besonders für den Radfahrer? In Deutschland laufen 20 Mill. Fahrräder. 1936: Über 90 000 Fahrradunfälle und 2 300 tödlich verunglückte Radfahrer. Welche Sicherheitseinrichtungen muß das Fahrrad besitzen?

Die Nähmaschine.

1. Wie arbeitet die Nähmaschine?

Beobachte, a) wie die Nähmaschine in Betrieb gesetzt wird,
b) wie das Trittbrett sich bewegt,
c) wo die Drehungsachse des Trittbrettes liegt,

d) wie die auf und ab gehende Bewegung des Trittbrettes in eine drehende umgewandelt wird,

e) wie das große Schwungrad mit dem kleinen Rad oben an der Maschine verbunden ist,

f) wie der Faden von der Spule zur Nadel geleitet wird,

g) wie sich die Nadel bewegt,

h) welche Teile der Maschine unter der Nähtischplatte liegen und wie sie arbeiten! Mache ganz langsam Stich für Stich und beobachte!

Das Trittbrett der Nähmaschine stellt einen zweiarmigen Hebel dar. Seine Bewegung wird durch die Pleuelstange auf die Welle des großen Rades übertragen. Die Kurbel der Pleuelstange verwandelt die auf und ab gehende Bewegung in eine drehende. Das große Schwungrad überwindet den „toten" Punkt. Von ihm aus wird die Bewegung durch eine Schnur ohne Ende auf das kleine Handrad übertragen. Dieses hat einen viel kleineren Durchmesser, muß sich daher öfter drehen als das große Rad. Wir haben also nicht nur eine Übertragung der Bewegung, sondern auch eine Beschleunigung. Durch die Welle des Bügels werden andere Maschinenteile in Bewegung gesetzt, die

a) die Nadelstange und die Nadel in eine auf und ab gehende Bewegung bringen,

b) den Schlingenfänger in Bewegung setzen,

c) den Stoff weiterschieben.

Aufgabe: Verfolge den Verlauf des Oberfadens, des Unterfadens! Sprich, wie die Naht entsteht!

2. Die Nähmaschine als Maschine.

Sie ist wie das Fahrrad eine zusammengesetzte Maschine. Wir finden an ihr

a) **Kraftmaschine: Trittbrett,**

b) **Arbeitsmaschinen: Nadel, Schiffchen,**

c) **Zwischenmaschinen: Pleuelstange mit Kurbel, Schwungrad, Schnur ohne Ende.**

Aufgaben: a) Warum hat das Schwungrad einen großen Durchmesser?

b) Welche einfachen Maschinen sind an der Nähmaschine zu erkennen?

c) Die Zwischenmaschinen übertragen oder verwandeln oder regulieren eine Bewegung. Weise dies an der Nähmaschine nach!

d) Stelle Kraft-, Arbeits- und Zwischenmaschinen bei Fahrrad und Nähmaschine einander gegenüber!

Unsere Wasserversorgung.

1. Woher kommt das Wasser?

Beobachtung: Hauche längere Zeit auf die gleiche Stelle einer Fensterscheibe und beobachte!

Wenn sich Wasserdampf stark abkühlt, verdichtet er sich zu Tropfen. Sind diese ganz klein und in der Nähe der Erdoberfläche, so reden wir von Nebel, in höheren Luftschichten von Wolken. Schreitet die Abkühlung immer weiter, so werden die Nebeltröpfchen immer größer; sie können sich nicht mehr in der Luft halten und fallen dann als Regen zur Erde. Ist die Temperatur tief genug, so bilden sich Eiskristalle, die wir Schnee nennen.

Aufgabe: Lasse bei einem Schneefall einige Schneeflocken auf die kalte Schiefertafel fallen und betrachte die Flocken mit einem Vergrößerungsglas!

2. Wir messen die Regenmenge.

Aufgaben: a) Stelle einen Glaszylinder oder ein anderes kreisförmiges Gefäß mit einem Trichter (Abb. 11) ins Freie und beobachte die während 24 Stunden oder während eines Gewitters gefallene Regenmenge! Miß die Regenhöhe!


Trichter im Gefäß

Abb. 11

b) Rechne nun aus, wieviel Regen auf deinen Garten, den Schulhof gefallen ist! Mache es so: Länge × Breite (des Gartens) × Regenhöhe, alles in Metern (z. B. $25 \times 8 \times 0{,}02 = 4$ Kubikmeter). 1 Kubikmeter hat 1 000 l; wieviel Gießkannen zu 15 l sind das? Hat es genügend geregnet?

c) Folgende Zahlen geben die Regenhöhe einiger Orte an, d. h. so hoch stünde das Wasser nach einem Jahr, wenn es weder abfließen noch verdunsten würde. München 95 cm, Hamburg 70 cm, Kairo 3,2 cm, Alpen 200 cm, Posen 50 cm, Hindostan 1 100 cm. Nimm die Karte zur Hand und gib an, warum die Regenhöhe so verschieden ist!

d) Nimm ein Medizinglas, auf dessen Boden der Rauminhalt angegeben ist, wiege es leer; fülle es mit Wasser und wiege wieder! Berechne, wieviel 1 ccm Wasser wiegt! (1 g.) Wieviel 1 l?

3. Woher kommt unser Verbrauchswasser?

Beobachtungen: a) Wozu verwendet man das Wasser im Haushalt, in Werkstätten und Fabriken?

b) Die Wasserleitung in der städtischen Wohnung: Auf welchem Wege gelangt das Wasser in die Wohnung?

c) Auf dem Lande: Woher erhält der Pumpbrunnen sein Wasser? Wie tief ist er? — Vor manchen Bauernhäusern in Gebirgsgegenden steht ein Brunnen mit ständig fließendem Wasser. Woher kommt dies?

Wenn es regnet, wenn im Frühjahr der Schnee schmilzt, sickert ein großer Teil des Wassers in den Boden. Schließlich gelangt es auf eine undurchlässige Schicht. Auf dieser sammelt es sich oder fließt auf ihr langsam weiter, oft nur wenige Meter im Tage. Dieser Grundwasserstrom ist in der Regel mehrere Meter tief und oft viele Kilometer breit. Er ist der Wasserspeicher, der das Wasser sammelt.

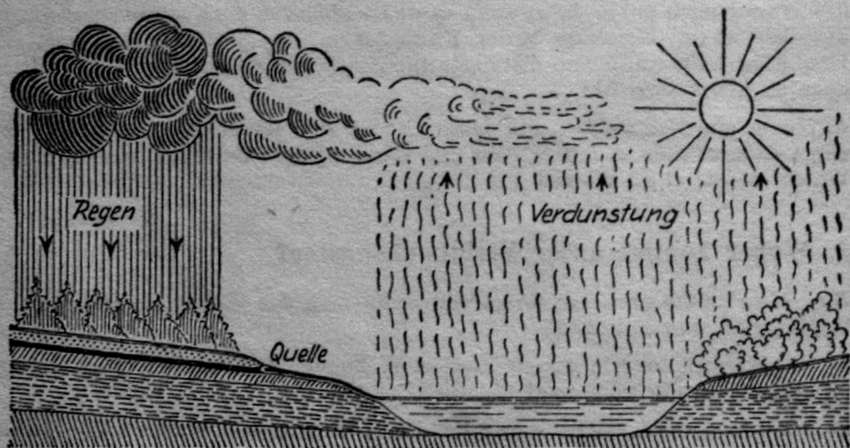
d) Bilde einen kleinen Hügel aus Sand oder Erde, flache die Spitze zu einer kleinen Mulde ab und gieße Wasser hinein und beobachte, wo es wieder zum Vorschein kommt!

Wenn die undurchlässige Schicht, auf der das Grundwasser fließt, an einem Berghang zum Vorschein kommt, so tritt hier das Wasser aus dem Boden. Wir bezeichnen eine solche Stelle als Quelle.

e) Fülle einen Blumentopf mit einer Mischung von gut ausgewaschenem Torfmull und Sand! Gieße Wasser hinein, das mit etwas Tusche gefärbt ist! Es muß klar abfließen.

Wenn das Grundwasser zwischen den Steinen dahinfließt, werden alle Schwebstoffe und Krankheitskeime zurückgehalten. Daher ist das Grundwasser sauber und gesund. Diesem Grundwasserstrom wird in der Regel unser Trinkwasser entnommen.

In manchen Städten der flachen Ebene liefern aber noch Flüsse und Seen das Trinkwasser für die Bevölkerung. Dieses „Oberflächenwasser" enthält jedoch fremde Bestandteile, wie Ton, Reste von verwesenden Tieren und Pflanzen. Dies ist besonders nach starken Regenfällen und zur Zeit der Schneeschmelze der Fall. Dieses Wasser ist auch nicht frei von Bakterien. Daher muß es erst gereinigt werden. Dabei ahmt man die Natur nach, wie sie das Grundwasser reinigt: Man leitet das Wasser zwischen Steinen, Kies und Sand hindurch. Jedes Wasserwerk, das Oberflächenwasser benutzt, muß eine künstlich angelegte Filteranlage besitzen.



Aufgabe; Erkläre nach Abb. 12 den Kreislauf des Wassers! Abb. 12

4. Unsere Wasserleitung.

Beobachte: a) den Wasserstand in einer Gießkanne und ihrem Ausgußrohr, bei Kaffee- und Teekannen,

b) woher ein Springbrunnen sein Wasser erhält, wie der Wasserbehälter mit dem Ausflußrohr verbunden ist!

In verbundenen Gefäßen steht das Wasser immer gleich hoch. Darauf beruht die Wasserleitung. Das Wasser steigt in den Wohnungen so hoch, wie der Hochbehälter liegt.

Aufgaben: a) Abb. 13, 14 und 15 zeigen verschiedene Arten der Wasserleitung. Sprich darüber!

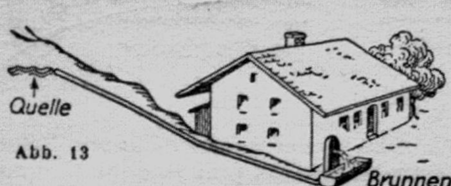


Abb. 13

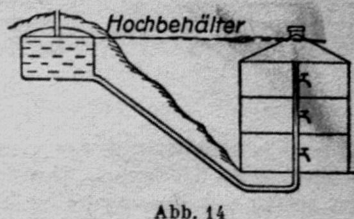


Abb. 14

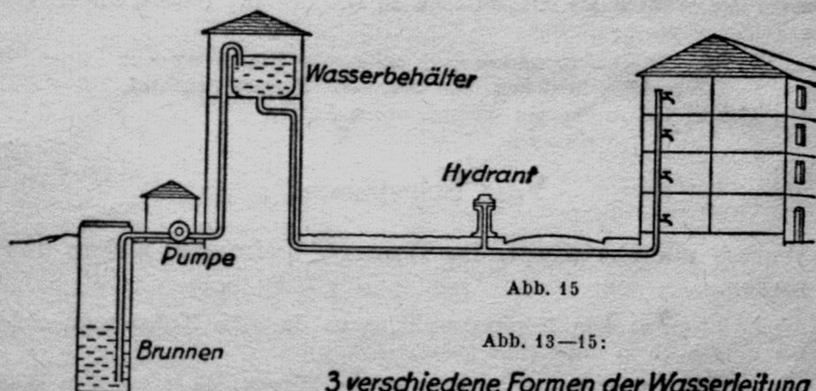


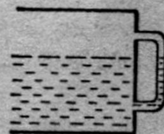
Abb. 15

Abb. 13—15:

3 verschiedene Formen der Wasserleitung

b) Auf dem Gesetz der verbundenen Röhren beruhen der Wasserstandsmesser an Dampfkesseln (Abb. 16), die Geruchsverschlüsse am Küchenausguß (Abb. 17), Wasserklosett (Abb. 18) und am Waschbecken (Abb. 19). Sprich darüber!

c) Mache ein Modell des Springbrunnens nach Abb. 20! Du benötigst einen Trichter, ein Stück Gummischlauch und eine zugespitzte Glasröhre.



Wasserstandsglas

Abb. 16

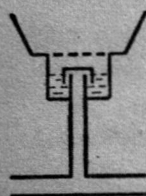
5. Wohin gelangt das Schmutzwasser?

Beobachtungen: a) Was geschieht mit dem Schmutzwasser auf dem Lande?

b) Auf welche Weise wird in den städtischen Haushaltungen das Wasser verunreinigt? Was geschieht mit ihm?

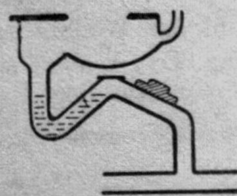
Früher leitete man das Schmutzwasser einfach in die Flüsse. Dadurch verpestete man nicht nur die Luft, sondern es starben auch viele Fische. Jetzt sam-

Geruchverschlüsse



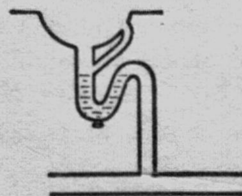
am Küchenausguß

Abb. 17



am Klosett

Abb. 18



am Waschbecken

Abb. 19

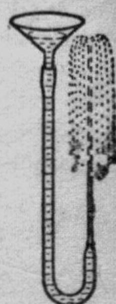


Abb. 20

melt man in Großstädten das verschmutzte Wasser in unterirdischen Röhren und leitet es in Klärbecken. Das Schmutzwasser fließt ganz langsam hindurch. Dabei setzen sich die ungelösten Bestandteile zu Boden. Sie werden nach dem Ablassen des Wassers als Klärschlamm an Gärtner und Bauern zur Düngung ihrer Felder abgegeben.

Das Wasser enthält aber immer noch zahlreiche Kleinlebewesen. Daher leitet man es in Fischteiche, in denen man besonders Karpfen züchtet. Diese finden an den kleinen Lebewesen ein willkommenes Futter.

Vom Schwimmen.

1. Warum manche Körper im Wasser schwimmen, andere untersinken.

Beobachte: a) dein Körpergewicht, wenn du beim Baden vom seichten Wasser allmählich in das tiefere gehst,

b) das Gewicht deiner Arme, wenn du sie im Wasser, sie aus dem Wasser hebst!

c) Wenn du im tiefen Wasser stehst, atme tief ein und aus! Beobachte!

d) Binde eine große, geschlossene Blechbüchse an deinen Körper und gehe in das Wasser!

e) Drücke eine leere Gießkanne oder Blechbüchse langsam in das Wasser, mache es mehrmals hintereinander und beobachte den Druck!

Der im Wasser nach oben wirkende Druck heißt Auftrieb. Er nimmt mit der Tiefe des Wassers zu.

Aufgabe: Der Auftrieb wirkt nach oben, die Schwerkraft des Körpers nach unten. Was geschieht, wenn der Auftrieb, die Schwerkraft größer ist?

Beobachtungen: a) Hebe eine volle Gießkanne ganz langsam aus dem Wasser! Was spürst du?

b) Fülle ein Glas randvoll mit Wasser, stelle es auf die Waagschale einer Krämer- oder Küchenwaage, drücke ein Stück Holz ganz in das Wasser! Wiege die herausgelaufene Wassermenge, wiege das Holzstück! Mache den gleichen Versuch mit einem Stein, einem Eisenstück!

Vergleiche jedesmal das Gewicht des verdrängten Wassers mit dem Gewicht des Körpers! Wann schwimmt der Körper, wann sinkt er unter?

c) Fülle 3 Gläser mit Wasser, Spiritus, starker Salzlösung; senke ein Probeglas mit einigen Schrotkugeln oder Kieselsteinchen hinein! Beachte, wo das Probeglas am tiefsten einsinkt!

Ein Körper schwimmt, wenn er leichter ist als die verdrängte Wassermenge; er sinkt unter, wenn er schwerer ist als die verdrängte Wassermenge. Er schwimmt um so leichter, je schwerer die Flüssigkeit ist.

Aufgaben: a) Der menschliche Körper ist etwas schwerer als Wasser und kann trotzdem schwimmen; warum? Beleibte Personen schwimmen leichter als magere; warum?

b) Welchen Zweck hat der Rettungsgürtel? Anfänger im Schwimmen legen sich Schweinsblasen, Korkgürtel, Blechdosen an. Beurteile!

c) Im Meerwasser ist leichter schwimmen als im Flußwasser. Im Toten Meer kann man nur mit Mühe untertauchen; warum?

d) Ein frisches Ei sinkt im Wasser unter, ein faules schwimmt; warum?

2. Warum können die schweren Schiffe schwimmen?

Beobachtungen: a) Nimm 2 gleich große Blechbüchsen! Lege die eine auf das Wasser, schlage die andere mit einem Hammer zu einem möglichst kleinen Klumpen zusammen und wirf diesen in das Wasser! Beobachte!

b) Forme aus einem Stanniolblättchen eine Kugel und wirf sie in das Wasser! Forme aus einem anderen Blättchen ein Schiffchen und setze es auf das Wasser.

Man kann einen schweren Körper dadurch zum Schwimmen bringen, daß man aus ihm einen Körper formt, der zwar das gleiche Gewicht behält, aber viel mehr Wasser verdrängt als vorher. Das ist beim Schiff der Fall. Dieses verdrängt weit mehr Wasser, als seine Masse wiegt. Darum kann es auch Waren, Besatzung usw. tragen, ohne unterzusinken. Wird es schwerer beladen, so sinkt es tiefer in das Wasser ein; gleichzeitig nimmt aber auch der Auftrieb zu, weil es jetzt mehr Wasser verdrängt.

Aufgaben: a) Warum kann man das Schiff nicht beliebig schwer beladen?

b) Warum redet man beim Schiff von Wasserverdrängung (z. B. 10 000 t) und nicht vom Gewicht? Warum ist beides gleich?

3. Wie man das Gewicht eines Körpers errechnen kann.

Beobachtung: Briefwaage, 50-g-Gewicht aus Messing, Glas, Wasser. Hänge das Gewicht unter die Mitte der Waagschale! Die Waage so aufstellen,

daß das Gewicht in das Wasser im Glas eintauchen kann. Wieviel zeigt die Waage, wenn das Gewicht in der Luft hängt? Wieviel, wenn es in das Wasser eintaucht? Um wieviel ist das Messinggewicht im Wasser leichter? Rechne aus, wievielmal so schwer das Gewicht ist als die verdrängte Wassermenge! Mache den gleichen Versuch mit einem Stück Glas, Eisen, Blei, Marmor!

Jeder Körper verliert im Wasser so viel an Gewicht, als er Wasser verdrängt. Die Zahl, die angibt, wie oftmal so schwer er ist als die verdrängte Wassermenge, heißt sein Artgewicht oder spezifisches Gewicht.

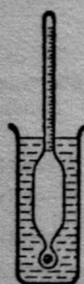
Gewicht eines Körpers = Rauminhalt mal Artgewicht

Aufgaben: a) Das Artgewicht des Marmors ist 2,5, d. h. 1 ccm Marmor ist 2,5 × so schwer = 2,5 g; 1 cdm = 2,5 kg. 1 cbm = ? Erkläre ebenso: Eisen 7,5; Nickel 8,8; Gold 19; Quecksilber 13,6; Zucker 1,6; Benzin 0,7; Petroleum 0,8!

b) Berechne das Gewicht eines Körpers, z. B. eines Ziegelsteines! Miß zuerst seine Ausdehnung, berechne den Rauminhalt! Artgewicht = 1,5—1,8.

c) Bestimme mit Hilfe des verdrängten Wassers den Rauminhalt einiger unregelmäßiger Körper!

d) Welchen Auftrieb erfährt ein Eisenstück von 75 g im Wasser?


Abb. 21

e) Wenn man bestimmen will, ob Milch, Alkohol, Essig usw. rein sind, verwendet man dazu die Senkwaage (Abb. 21). Diese ist eine Glasröhre, die im unteren Ende mit Quecksilber oder Blei beschwert ist und daher immer senkrecht in der Flüssigkeit schwimmt. Sie sinkt um so tiefer in die Flüssigkeit ein, je leichter diese ist. Am Hals der Senkwaage ist eine Skala, an der das Artgewicht der Flüssigkeit abgelesen werden kann. Was ist geschehen, wenn die Senkwaage bei Milch tiefer einsinkt, als es sein dürfte, bei Alkohol weniger tief? f) Gibt es Flüssigkeiten, auf denen Eisen schwimmt? g) Nimm den Aluminiumbecher einer Feld- oder Thermosflasche, fülle ihn mit Wasser und stelle ihn auf die Briefwaage! Tauche ein 50-g-Gewicht an einem Faden hängend bis auf den Boden des Bechers! Halte dann das Gewicht so, daß es zwar im Wasser bleibt, aber den Boden nicht mehr berührt! Erkläre! — Mache den gleichen Versuch mit der Küchenwaage und einem 1-kg-Gewicht!

4. Welche Bedeutung hat die Schwimmblase für die Fische?

Beobachtung: Fülle eine Medizinflasche mit Wasser, verschließe sie und lasse sie im Wasser untertauchen! Entferne so viel Wasser aus der Flasche, daß sie auftaucht! Probiere, bis die Flasche gerade so viel Luft enthält, daß sie im Wasser schwebt!

Die mit Luft gefüllte Schwimmblase vermindert das Artgewicht der Fische so weit, daß diese Tiere imstande sind, im Wasser ohne Muskelkraft zu schweben und sich in ihm leicht fortzubewegen.

Von den Pumpen.

1. Warum können wir mit einer Pumpe Wasser aus der Erde heben?

Beobachtungen: a) Beschreibe und zeichne die Teile einer Pumpe, wie sie im Garten steht! Erkundige dich, wie sie innen aussieht!

b) Stelle ein Glasrohr oder einen Strohhalm in Wasser und sauge daran! Oder: Nimm einen hohlen Stengel der Holunderstaude (oder eine Glas- oder Blechröhre), bilde aus einem Korkstück und einem Draht einen Kolben, der sich im Stengel auf und ab bewegen läßt!

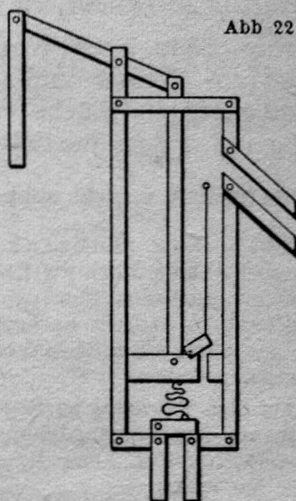


Abb 22

Flachmodell einer Saugpumpe

Die Hauptteile der Saugpumpe sind das Saugrohr und der Kolben. Beide haben Ventile, die sich nach oben öffnen. Das Bodenventil verschließt die Öffnung zwischen Saugrohr und Pumpenstiefel wie eine Türe. Das Kolbenventil verschließt die Öffnung im Kolben.

Durch das Saugen in der Pumpe wird die Luft im Kolben verdünnt; das Wasser steigt im Kolben nach oben.

Aufgabe: a) Fließt das Wasser aus der Saugpumpe gleichmäßig oder mit Unterbrechung ab? Warum?

b) Fertige aus Pappe das Flachmodell einer Saugpumpe! (Abb. 22.)

2. Wie hoch kann man mit einer Saugpumpe Wasser heben?

Beobachtungen: a) Sauge aus einem kleinen Fläschchen ein wenig Luft aus und drücke die Zungenspitze gegen die Öffnung! Warum bleibt das Fläschchen an der Zunge hängen?

b) Fülle ein Trinkglas randvoll mit Wasser, lege eine Postkarte auf und drehe um! Warum fließt kein Wasser aus?

Füllt man eine an einem Ende geschlossene Glasröhre mit Quecksilber und stellt sie dann umgekehrt in Quecksilber, so bleibt in der Röhre das Quecksilber in einer Höhe von rund 76 cm stehen (Abb. 23). Das Ganze gleicht nun einer Waage; auf der einen Seite ist die 76 cm lange Quecksilbersäule, auf der anderen Seite drückt die Luft. Beide halten sich im Gleichgewicht. Quecksilber ist 13,6 mal so schwer wie Wasser; eine Wassersäule müßte also ($13{,}6 \times 76 = 10{,}33$ m) rund 10 m hoch sein.



Abb. 23

Der Luftdruck ist gleich dem Gewicht einer 10 m hohen Wassersäule. Daher kann die Saugpumpe das Wasser auch nur ungefähr 10 m hoch heben. Da aber der Kolben im Pumpenrohr nicht luftdicht anschließt, ist die Grenze schon bei 6—8 m.

Eine 10 m hohe Wassersäule von 1 qcm Querschnitt enthält 1000 ccm Wasser und drückt deshalb mit einem Gewicht von 1000 g auf die Fläche von 1 qcm. Einen Druck von 1000 g oder 1 kg auf 1 qcm bezeichnet man als 1 Atmosphäre (= at).

Die Technik versteht unter 1 at immer den Druck von 1 kg auf 1 qcm.

Otto von Guericke (1602—1686), Bürgermeister von Magdeburg, wurde berühmt durch die Erfindung der Luftpumpe. Er kam dazu durch seine Forschungsarbeiten über den luftleeren Raum. Statt aber nur in der stillen Studierstube darüber nachzudenken, ging er zu praktischen Versuchen über. Er wollte vor allem einen luftleeren Raum herstellen; dabei erfand er die Luftpumpe.

Auf dem Reichstag zu Regensburg 1654 erregte er Aufsehen durch seine Versuche mit den sog. Magdeburger Halbkugeln, die 16, später sogar 24 Pferde nicht auseinanderreißen konnten, obwohl sie nur durch den Luftdruck zusammengehalten waren.

Guericke erfand auch das Barometer. Er zog in Röhren eine Wassersäule 3 Stockwerke hoch, bis er beim 4. Stockwerk merkte, daß das Wasser nicht mehr folgte.

Aufgaben: a) Die Größe des Luftdruckes zeigt dir folgender Versuch: Fülle eine 4kantige Ölkanne oder einen Benzinkanister etwa 2 cm hoch mit Wasser, erhitze über einem Feuer! Wenn die Dampfentwicklung am stärksten ist, verschließe schnell mit einem Gummistopfen, nimm die Kanne vom Feuer weg und warte, bis sich der Dampf im Innern abgekühlt hat! Was ist zu sehen und zu hören? Die Wirkung wird noch größer, wenn man die Kanne von der Flamme weg gleich in kaltes Wasser wirft.

b) Siehe den vorigen Versuch mit Trinkglas und Postkarte! Rechne aus, mit welchem Druck in kg die Luft gegen die Postkarte drückt, wenn die lichte Weite des Glases 6 cm ist! Mit welchem Druck drückt das Wasser im Glas dagegen, wenn dieses 10 cm tief ist? Vergleiche beide Zahlen! Warum fließt aber das Wasser aus, wenn man das Glas nur ein wenig neigt?

c) Ein Taucher arbeitet in 30 m Tiefe. Welcher Druck in kg lastet auf 1 qdm seiner Oberfläche? Beantworte die Frage, ob der Taucher beliebig tief tauchen kann! Mit dem Panzertaucher wurden schon Tauchtiefen von 200 m erreicht. Welcher Druck lastet in dieser Tiefe auf 1 qdm Oberfläche?

d) Die Oberfläche des menschlichen Körpers ist rund 2 qm. Wie groß ist der darauf liegende Luftdruck? Warum wird aber der Mensch nicht zerquetscht?

e) Bei einem Bierfaß wird nicht nur der Hahn eingesetzt, sondern auch der Zapfen am Spundloch gelockert; warum? — Warum fließt aus einem rohen Ei nichts aus, wenn die Schale nur eine Öffnung hat?

Der Druck auf 1 qcm kann verstärkt werden. So wird der Sauerstoff in Stahlflaschen mit einer Kraft von 150 at zusammengepreßt, d. h. auf jeden qcm der Flaschenwand drückt eine Kraft von 150 kg. Sind in der Stahlflasche 40 l Sauerstoff, so erhält man beim Ausströmen 6000 l von 1 at.

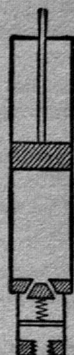
Aufgaben: a) In einer Stahlflasche sind 20 l Sauerstoff mit einem Druck von 15 at. Wieviel l kann man entnehmen?

b) 12 l Luft werden auf $1^1/_2$ l zusammengepreßt. Welcher Druck entsteht?

c) Wozu wird Preßluft verwendet?

d) In einem Fahrradreifen beträgt der Druck 2,5 atü (atü = at-Überdruck). Erkläre!

e) Die Fahrradpumpe heißt auch Verdichtungspumpe. Erkläre den Namen! — Verschließe die Öffnung mit dem Daumen, drücke nach unten, lasse los! Erkläre! — Erkläre die Arbeitsweise der Fahrradpumpe nach der Abb. 24!



Fahrradpumpe
Abb. 24

3. Kann man den Luftdruck messen?

Beobachte: a) das Schulbarometer und seine Einrichtungen, zeichne es,
b) Barometer von anderer Form,
c) die Veränderung des Quecksilberstandes!

Der Luftdruck ist nicht immer gleich; die Ursache liegt in der ungleichmäßigen Erwärmung der Lufthülle. Wenn der Luftdruck größer wird, wird auch die Quecksilbersäule steigen; wird er kleiner, wird auch das Quecksilber sinken. Wenn der Luftdruck steigt, darf man auf schönes Wetter hoffen; sinkt er, tritt schlechtes Wetter ein. Daher gilt die Quecksilbersäule zugleich als Barometer.

In der Wetterkunde wird der Luftdruck in Millibar (mb) angegeben. 1 mb ist der 1000. Teil von 750 mm, also 0,75 mm.

Statt des Quecksilberbarometers sieht man in den Wohnungen fast allgemein das Dosenbarometer. Es besteht aus einer luftleeren Dose mit sehr starken Wänden, so daß der Luftdruck sie nur wenig einzubiegen vermag. Diese geringfügige Bewegung aber wird durch eine Hebelwirkung auf einen Zeiger übertragen. Je nachdem die Durchbiegung der Dosenwand größer oder kleiner ist, wird der Zeiger nach der einen oder anderen Seite ausschlagen. Benütze zur Erklärung die Abb. 25!

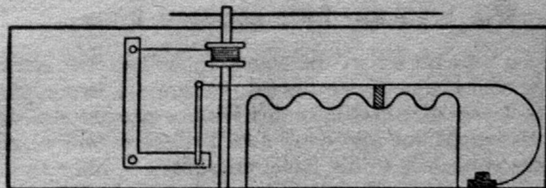


Abb. 25 Schnitt durch das Dosenbarometer

Aufgabe: Beobachte den Barometerstand längere Zeit und zeichne ihn auf!

Beobachtung: Gehe mit einem Barometer in den Keller und lies ab! Gehe nun auf den Speicher, lies den Barometerstand hier ab! Vergleiche!

Das Barometer zeigt nur am Meere bei 0° 760 mm. Je höher man steigt, desto geringer ist die auf der Erde liegende Luftmenge, desto geringer auch der Luftdruck. Mit zunehmender Höhe wird der Barometerstand immer niedriger.

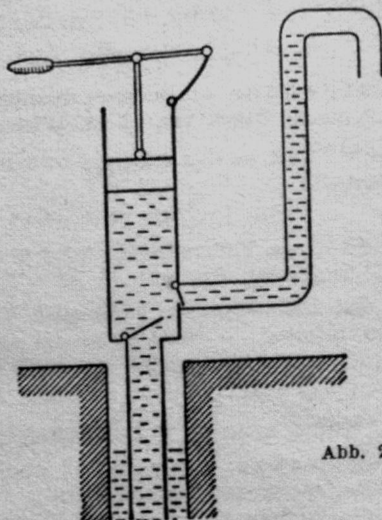


Abb. 26

Schnitt durch die Druckpumpe

Aufgaben: a) Sprich über den Barometerstand am Meere, in deiner Heimat, in München (520 m ü. d. Meere), Zugspitze (3000 m)!

b) Inwiefern kann man das Barometer zu Höhenmessungen verwenden?

4. Was ist zu tun, wenn man das Wasser höher als 6—8 m pumpen will?

Man verwendet statt der Saugpumpe eine Druckpumpe. Bei ihr ist die Hubhöhe unbegrenzt.

Aufgaben: a) Erkläre die Arbeitsweise der Druckpumpe nach Abb. 26!

b) Versuche aus Pappe ähnlich der Saugpumpe ein Flachmodell einer Druckpumpe zu fertigen!

c) Inwiefern beruht die Wirkung der Pumpen auf dem Luftdruck?

d) Vergleiche Saug- und Druckpumpe!

e) Warum müssen die Kolben einer Pumpe möglichst dicht schließen?

f) Warum muß man die Druckpumpe stärker bauen als die Saugpumpe?

Wir untersuchen Luft und Wasser.

1. Wie man die Luft zerlegen kann.

Beobachtung: In einem Porzellanteller schwimmt eine Korkscheibe, auf der eine kleine Kerze brennt. Stülpe ein Becherglas so darüber, daß der Rand des Glases gleichzeitig in das Wasser taucht! Miß die Höhe der Wassersäule und Luftschicht vor und nach dem Erlöschen und vergleiche miteinander! Hebe das Glas vorsichtig in die Höhe und führe — ohne es umzudrehen — von unten her eine brennende Kerze ein!

Die Luft enthält zweierlei Gase. Jener Teil, der von der Flamme verbraucht wird, heißt Sauerstoff; der andere Teil, der jede Flamme erstickt, heißt Stickstoff. Die Luft enthält 1 Teil Sauerstoff (21%) und 4 Teile Stickstoff (79%).

2. Wie sind Sauerstoff und Stickstoff in der Luft beisammen?

Beobachtungen: a) Mische einen Löffel Sand mit einem Löffel Sägmehl, suche die einzelnen Teile zu unterscheiden, trenne sie, indem du die Mischung in Wasser schüttest!

b) Mische einen Löffel Sand mit einem Löffel Salz, unterscheide die einzelnen Bestandteile, trenne sie, indem du sie in Wasser schüttest! (Der Sand sinkt zu Boden; die Salzlösung eindampfen!)

c) Wenn du die Bestandteile bekommen kannst, mische zusammen 4 g Schwefelblüte mit 7 g Eisenpulver, betrachte mit einem Vergrößerungsglas, trenne mit dem Magneten!

Eine Verbindung von Stoffen, bei welcher jeder Stoff seine Eigenschaften behält und die sich auf mechanischem Wege wieder in ihre Bestandteile zerlegen läßt, heißt mechanische Mischung oder Gemenge.

d) Das Gemenge von Schwefel und Eisenpulver auf einem Ziegelstein mit glühende Stricknadel entzünden! Beobachte! Nach dem Erkalten mit dem Magneten prüfen!

Eine Verbindung von Stoffen, bei welcher jeder Stoff seine Eigenschaften verliert und ein neuer Stoff mit neuen Eigenschaften entsteht, heißt chemische Verbindung. Unterscheide: Gemenge — Verbindung.

Die Luft ist ein Gemenge.

Aufgaben: a) Welche Bedeutung hat die Stickstoff-Zumengung an den Sauerstoff?

b) Welche mechanischen Gemenge hast du selbst schon hergestellt? Welche chemischen Verbindungen haben wir schon kennengelernt?

3. Welche Beimengungen enthält die Luft?

Beobachtungen: a) Gib zu Kalkmilch, wie sie der Maurer zum Weißen verwendet, noch reichlich Regenwasser; lasse stehen, bis sich der ungelöste Kalk zu Boden gesetzt und darüber eine ganz klare Lösung gebildet hat; gieße diese Lösung (= Kalkwasser) ab!

b) Gib etwas Kalkwasser in ein Gläschen und blase mit einem Glasröhrchen Atemluft hinein! Beobachte, wie sich das Kalkwasser trübt!

Kalkwasser ist ein Kennmittel für Kohlensäure.

Beobachtungen: a) Stelle etwas Kalkwasser längere Zeit in einer flachen Schale auf! Beobachte!

b) Fülle eine Flasche mit kaltem Wasser! Achte auf die Außenseite der Flasche!

Die Luft enthält Kohlensäure und Wasserdampf.

Aufgaben: a) Ausatmungsluft enthält etwa 4% Kohlensäure. Jeder Atemzug ist ½ l (= 500 ccm) Luft. Zähle die Atemzüge in 1 min.! Wieviel Kohlensäure atmet die Schulklasse im Laufe des Vormittagsunterrichtes aus? Welcher Prozentsatz vom Schulzimmerraum ist das?

b) Wir geben auch durch die Haut Kohlensäure ab. Weise dies durch folgenden Versuch nach: Wasche eine Hand mit Seife sehr sauber, gib in ein größeres Glas etwas Kalkwasser, halte die gewaschene Hand einige Minuten in das Glas, Öffnung des Glases und Arm mit einem Handtuch abschließen, nach dem Herausnehmen der Hand das Kalkwasser im Glas schütteln! Beobachte! — Die Ausscheidung an Kohlensäure macht für 1 kg Körpergewicht in 1 min. etwa 4 ccm. Wieviel bei deiner Klasse, 30 kg Durchschnittsgewicht angenommen?

c) Der vom Menschen ausgeschiedene Wasserdampf beträgt im Tag 300 bis 400 g. Wieviel macht das bei deiner Schulklasse, 300 g gerechnet, im Laufe der Unterrichtszeit?

d) Ein ruhender Mensch verbraucht in 1 min. 0,328 l Sauerstoff. Wie lange können 6 Personen in einem abgeschlossenen Raum von 50 cbm bleiben, wenn der Sauerstoffgehalt nicht unter 15% sinken darf?

e) Kannst du die Luft wiegen? Nimm eine Schweinsblase, wiege sie zuerst leer, dann aufgeblasen auf einer Briefwaage! Oder: Wiege deinen Fahrradschlauch erst leer, dann aufgepumpt!

1 l Luft wiegt 1,3 g.

4. So kannst du das Wasser zerlegen.

B e o b a c h t u n g: Ein Trinkglas Wasser mit etwas Schwefelsäure ansäuern, von diesem Wasser 2 Probegläser randvoll füllen und umgekehrt in das Trinkglas stülpen; in jedes Probeglas führt ein Leitungsdraht (am besten ein Stück isolierter Draht von einem Lichtkabel) einer frischen Taschenbatterie; die beiden Drahtenden sind blank und aufwärts in die Probegläser gebogen (Abb. 27). An den blanken Drahtenden bilden sich kleine Bläschen, an dem einen mehr, am anderen weniger; sie steigen in die Höhe und verdrängen langsam das Wasser aus den Probegläschen. Verschließe das Gläschen mit weniger Gas unter dem Wasser mit dem Finger, nimm es heraus und führe einen glimmenden Holzspan ein! Er flammt auf = Sauerstoff. Halte einen brennenden Span über das auf gleiche Weise herausgenommene Glas; das Gas brennt mit schwacher blauer Flamme = Wasserstoff.

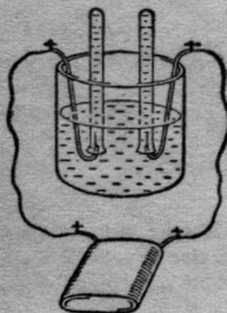
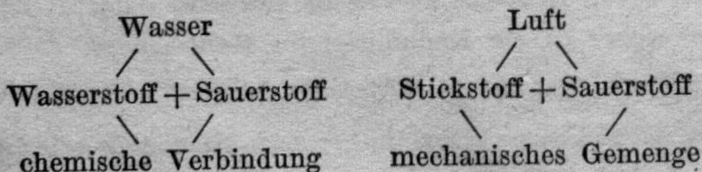


Abb. 27

Das Wasser besteht aus 2 Teilen Wasserstoff und 1 Teil Sauerstoff.



Wasser kann man in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegen. Aber Wasserstoff oder Sauerstoff nochmals zu zerlegen, gelingt nicht. Solche unzerlegbaren Stoffe nennt man Grundstoffe oder Elemente. Wasserstoff und Sauerstoff sind also Elemente, aber auch Eisen,

Kupfer, Quecksilber, Schwefel, Kohlenstoff. Bis heute sind 92 Elemente bekannt. Alles, was wir um uns sehen, besteht aus einem oder mehreren Elementen.

Alle Stoffe bestehen aus allerkleinsten Teilchen; man nennt sie Atome. Sie sind so klein, daß man sie auch mit dem besten Mikroskop nicht sehen kann. Verbinden sich mehrere Atome, so redet man von einem Molekül. Verbinden sich gleichartige Atome, so ist es ein Molekül von Elementen; verbinden sich jedoch verschiedene Atome, so bilden sich Moleküle von Verbindungen.

Aufgaben: a) Ein Eisenatom wiegt 0,00000000000000000000009 g. Wieviel Atome hat ein Eisennagel von ½ g Gewicht, wenn man annimmt, daß er aus reinem Eisen besteht?

b) Gibt es Wasseratome oder Wassermoleküle? Warum?

5. Vom Sauerstoff.

Beobachtungen: a) In ein Probeglas eine Messerspitze voll übermangansaures Kali geben, über einer Flamme erhitzen (Vorsicht!), glimmenden (nicht brennenden) Span einführen = brennt mit heller Flamme.

Über-	mangan-	saures Kali
große Menge	(ein Metall)	Sauerstoff

eine große Menge Sauerstoff

b) In ein Probeglas 2 cm hoch gebrannten oder gelöschten Kalk geben, ein wenig Wasserstoffsuperoxyd dazugießen, das aufsteigende Gas mit glimmendem Holzspan untersuchen!

Wasserstoff-	super-	oxyd
(ein Glas)	über - viel	Sauerstoffgas

viel Sauerstoff

c) In ein Probeglas 1 cm hoch Wasserstoffsuperoxyd geben, ein paar Körnchen übermangansaures Kali hineinwerfen, das entweichende Gas mit glimmendem Holzspan untersuchen!

Der Sauerstoff ist ein durchsichtiges, farb- und geruchloses Gas. Er fördert die Verbrennung und ist Mensch und Tier zum Atmen unentbehrlich.

Enthält die Luft weniger als 15% Sauerstoff, so ist sie zum Atmen ungeeigent. In solcher Luft kann man, z. B. bei einem Brand, nicht atmen. Dann greift man zu Geräten, die den Sauerstoff selbst liefern. Die Feuerwehr trägt das Gerät mit der Sauerstoff-Flasche auf dem Rücken.

In den letzten Jahren hat man aber auch Apparate gebaut, in denen der Sauerstoff erst chemisch hergestellt wird. Die ausgeatmete Kohlensäure wird chemisch beseitigt.

6. Vom Wasserstoff.

Er ist ein farb- und geruchloses Gas. Er ist unter allen bekannten Stoffen am leichtesten. 1 l wiegt nur 0,09 g.

Die Industrie stellt jährlich viele Milliarden cbm Wasserstoffgas her. Man gebraucht es im Knallgasgebläse zum Schmelzen von Metallen, zum Durchschneiden von Stahlplatten und Stahlschienen, zum Schweißen von Aluminium und Eisen. Wegen seines geringen Gewichtes dient es als Füllgas von Luftballonen.

Größte Bedeutung hat der Wasserstoff bei der Herstellung der künstlichen Treib- und Schmierstoffe, der Essigsäure, des künstlichen Kautschuks Buna und vieler anderer Kunststoffe.

Knallgas ist ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas. Wasser ist dagegen eine chemische Verbindung der beiden Gase.

7. Vom Stickstoff.

Er ist für den Pflanzenwuchs unersetzlich. Er wird den Pflanzen als Naturdünger, aber auch als Kunstdünger zugeführt. Lange Zeit war der Chilesalpeter die einzige Stickstoffverbindung, die der Landwirtschaft zur Verfügung stand. Aber man erkannte schon frühzeitig, daß der Stickstoff in der Luft den uns fehlenden Dünger ersetzen könnte. Lange arbeitete man, bis es endlich gelang, den Stickstoff der Luft, der in unerschöpflichen Mengen zur Verfügung steht, dem menschlichen Bedarf dienstbar zu machen, diesen „Griff in die Luft“ aus kleinen Anfängen zu einer Weltindustrie emporwachsen zu lassen (s. Seite 118—121).

Unsere Musikinstrumente.

1. Wir probieren sie.

Beobachtungen: a) Benenne alle bekannten Musikinstrumente! Ordne sie nach Streich-, Zupf-, Blas- und Schlaginstrumenten, danach, ob Saiten, Metallzungen, Flächen oder Lufträume zum Schwingen gebracht werden!

b) Setze auf ein dir zugängliches Saiteninstrument ein Papierreiterchen und zupfe die Saite an, verkürze sie durch Auflegen eines Fingers!

c) Klemme eine Stricknadel an einem Ende fest ein (in Holzgriff, Zange oder Schraubstock)! Versetze sie durch Zurückbiegen am freien Ende und plötzliches Loslassen in Schwingungen!

d) Schlage eine Stimmgabel an und tauche sie mit den Enden ins Wasser!

Der Schall entsteht durch Schwingungen. Regelmäßige Schwingungen nennen wir Ton, unregelmäßige Geräusche. Eine einzige rasche Schwingung ist ein Knall.

Aufgaben: a) Erkläre: Trinkgläser stoßen zusammen, Wasser wird ausgeschüttet, in eine leere Flasche wird geblasen, wir hören den Donner, ein Musikstück, das Rascheln der Blätter, den Schlag der Peitsche.

b) Vergleiche den Klang verschieden großer Gläser!

c) Untersuche bei einer Mundharmonika, wie der Ton entsteht, wie die hohen, die tiefen Töne!

2. Warum hören wir die Musik auch aus einiger Entfernung?

Beobachtungen: a) Orchestermusik!

b) Läuten der Glocken!

c) Lege die Taschenuhr an das eine Ende der Schulbank, das Ohr an das andere Ende! Unter die Uhr ein gefaltetes Handtuch legen und wieder horchen! — Ohr an einen Telegraphenmast, auf einer Eisenbahnschiene!

Der Schall wird durch feste Körper besser geleitet als durch die Luft; sie sind gute Schalleiter. Lockere Körper leiten weniger gut als dichte. Auch flüssige Körper leiten den Schall, doch nicht so gut wie die festen. Die Luft ist der häufigste, aber auch der schlechteste Schalleiter.

Aufgaben: a) Warum hören wir aus Entfernung?

b) Welche Folge hätte es für unser Ohr, wenn die Luft ein guter Schalleiter wäre?

3. Auf welche Weise kommt der Schall an unser Ohr?

Beobachtung: Ein Holzhauer spaltet in größerer Entfernung von dir Holz; du siehst den Schlag und hörst den Knall. Was fällt dir auf? Ebenso: das Knallen einer Peitsche, das Signal der Eisenbahn mit der Dampfpfeife, Blitz und Donner!

Die Geschwindigkeit des Schalles wurde 1822 durch den deutschen Gelehrten Humboldt in der Nähe von Paris gemessen. Es wurden in Abständen von je 10 min. Schüsse abgegeben. Die Entfernung zwischen Kanone und Beobachter betrug 18 612 m. Zwischen dem Aufblitzen des Schusses und dem Eintreffen des Knalles vergingen 54,6 sec. Der Schall legte also in 1 sec. (18 612 : 54,6 =) 340,8 m, rund 341 m, zurück, Die Beobachtung fand bei einer Temperatur von 16^0 statt. Weitere Untersuchungen ergaben, daß die Geschwindigkeit des Schalles bei fallender Temperatur abnimmt, und zwar für je 1^0 um ½ m, also bei 16^0 = 8 m. Die Schallgeschwindigkeit ist also bei 0^0 341—8 = 333 m.

Der Schall legt in der Luft in 1 sec. einen Weg von 333 m zurück.

Aufgaben: a) Der Arzt benützt zur Untersuchung von Herz und Lunge ein Hörrohr; erkläre!

b) Verschüttete Bergleute geben Klopfzeichen!

c) Wie kommt es, daß man die Glocken bald aus Osten, bald aus Westen besser hört?

d) Warum ist ein Schrei unter der Bettdecke kaum zu hören?

e) Warum klingt Musik aus der Entfernung schwächer als in der Nähe?

f) Welchen Weg legt der Schall in 3, 5, 10, 12 sec. zurück? Wie weit ist ein Gewitter entfernt, wenn zwischen Blitz und Donner 8 sec. verstreichen?

g) Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit bei Schulzimmertemperatur?

4. Wie entsteht das Echo?

Beobachte: a) die Stärke des Sprechens im Freien und im Zimmer!
b) Stelle dich in einiger Entfernung von einer hohen Wand oder einem Waldrand auf und rufe dahin!

In einem geschlossenen Raum wird der Schall durch die Wände zurückgeworfen. Unser Ohr empfängt im Zimmer den ursprünglichen und den zurückgeworfenen Schall. Wir brauchen deshalb in geschlossenen Räumen nicht so laut sprechen wie im Freien.

In großen Räumen (Sälen, Kirchen) trifft der von den Wänden zurückgeworfene Schall einen Augenblick später ein als der ursprüngliche. Wir hören einen „Nachhall".

Rufen wir aus einiger Entfernung gegen die zurückwerfende Wand (Wald), so trifft der zurückgeworfene Schall so spät ein, daß wir den „Widerhall" (das Echo) hören.

Aufgaben: a) Wie ist das manchmal vielfache Echo zwischen Bergwänden zu erklären?

b) Wodurch entsteht das Rollen des Donners?

Kachelofen oder eiserner Ofen?

B e o b a c h t u n g e n: a) Untersuche am Kachelofen, was aus Eisen ist! Untersuche am eisernen Ofen, was irden ist!

b) Entzünde ein Zündholz und halte eine Stecknadel in die Flamme! Was mußt du zuerst loslassen? — Halte ein Metall-Stück mit der einen Hand, ein Uhr- oder Brillenglas mit der anderen Hand in eine Kerzenflamme! Was mußt du zuerst fallen lassen? Was wird zuerst wieder kalt, Uhrglas oder Metall?

Es gibt gute und schlechte Wärmeleiter. Gute Wärmeleiter nehmen die Wärme rasch auf und geben sie rasch ab; schlechte Wärmeleiter nehmen sie langsam auf und behalten sie länger.

Kachelöfen nehmen die Wärme langsam auf, brauchen also lange Zeit, bis sie selbst warm werden und dann ein Zimmer erwärmt haben; dafür halten sie die Wärme länger. Sie eignen sich für Wohnräume, in denen man sich längere Zeit aufhalten will. Soll dagegen ein Raum für eine kurze Zeit rasch warm werden, so ist ein eiserner Ofen praktischer.

A u f g a b e n: a) Warum ist die Herdplatte aus Eisen und nicht aus Stein?

b) In welchen Gefäßen kochen die Speisen schneller, in irdenen oder emaillierten? Warum?

c) Warum soll man an Gefäßen, die zum Kochen von Wasser bestimmt sind, sich nicht zuviel Kesselstein ansetzen lassen?

d) Warum ist die Durchsicht bei Kachelöfen aus Eisen und nicht aus Kacheln? Warum haben die Türen der Öfen Griffe aus Porzellan?

e) Warum sind die Heizkörper der Zentralheizung aus Eisen?

f) Warum sind die Ofenrohre aus Eisen und nicht wie der Kamin gemauert?

g) Warum ist es eine Verschwendung von Heizmaterial, wenn man an Herdringen, Herdplatten, an Kochgeschirr und Pfannen, am Wasserschiff des Küchenherdes eine dicke Rußschicht duldet? (Für je 1 mm Belag mit Ruß oder Flugasche brauchen wir 5% mehr Brennstoff. Unser Braunkohlenbrikettverbrauch beträgt pro Jahr etwa 1½ Mill. Eisenbahnwagen. Wieviel Eisenbahnwagen können also eingespart werden? Welche Strecke ergeben diese Wagen hintereinandergereiht?)

h) Gib Beispiele dafür, daß schlechte Wärmeleiter die Wärme zusammenhalten, die Wärme abhalten sollen!

i) Erkläre den Spruch: Was gut für die Kälte ist, ist auch gut für die Wärme!

D i e T h e r m o s f l a s c h e u n d d i e K o c h k i s t e. B e o b a c h t u n g:
a) Nimm eine Thermosflasche mit Vorsicht auseinander, betrachte sie genau und zeichne dann einen Schnitt durch sie!

b) Wenn du eine Kochkiste zu Hause hast, untersuche ihre Teile! Beschreibe ihre Handhabung!

c) Mache folgenden Versuch: Nimm 5 gleich große Konservendosen, befreie sie vom Papier! Die 1. Dose bleibt blank, die 2. wird mit einer Kerzenflamme berußt, die 3. mehrfach mit Zeitungspapier, die 4. mit einem Wollappen um-

wickelt, die 5. in eine Pappschachtel mit Holzwolle gesteckt! Jede Thermosflasche mit der gleich großen Wassermenge von etwa 50⁰ füllen! Nach 1 Stunde die Temperatur in allen 6 Gefäßen bestimmen! Vergleiche! Beantworte folgende Fragen: Warum soll man nicht in berußten Töpfen kochen? Wie kann man auf einfachste Weise Speisen in einem Topf längere Zeit warm halten? Warum setzt man über Tee- und Kaffeekannen eine Haube? Warum hat die Labeflasche einen Überzug aus Filz? Die 5. Dose ist eine kleine Kochkiste. In dieser kann man Speisen stundenlang auf der gleichen Temperatur halten, mit der sie hineingebracht wurden. Wenn eine Speise auf 100⁰ erhitzt ist, kann man sie in der Kochkiste fertigkochen. — Bei der Thermosflasche ist das Glasgefäß doppelwandig, zwischen beiden Wänden ein luftverdünnter Raum, der die Wärme schlecht leitet. Zudem sind die beiden einander zugekehrten Wandseiten verspiegelt.

Das Thermometer.

Warum kann man mit dem Thermometer die Wärme messen?

Beobachte: a) wo das Thermometer aufgehängt ist,
b) bei welcher Gelegenheit es gebraucht wird,
c) wie es eingerichtet ist (abzeichnen!),
d) wie das Quecksilber steigt und fällt!
e) Mache um eine Geldmünze einen eng, anschließenden Drahtring, erhitze die Münze stark, versuche sie durch den Ring zu schieben!
f) Beobachte, wie die Milch beim Abkochen steigt!

Alle festen, flüssigen und gasförmigen Körper dehnen sich beim Erhitzen aus und ziehen sich beim Abkühlen zusammen. Die festen Körper dehnen sich am wenigsten aus, die gasförmigen am meisten.

Die Eigenschaft flüssiger Körper, sich durch Wärme auszudehnen, benutzt man im Thermometer zum Messen der Temperatur. Unsere gewöhnlichen Thermometer sind mit Quecksilber oder Weingeist gefüllt. Sie besitzen eine Gradeinteilung von 0—100. 0⁰ ist die Temperatur des schmelzenden Eises, 100⁰ ist der Siedepunkt des Wassers.

Aufgaben: a) Prüfe den Nullpunkt des Thermometers nach, indem du es in schmelzendes Eis hältst!
b) Warum springen starkwandige Gläser, wenn man sie durch Eingießen einer heißen Flüssigkeit, durch Aufsetzen auf den heißen Ofen an einer Stelle stark erhitzt?
c) Ein Eisenstab von 1 m Länge dehnt sich bei zunehmender Erwärmung von Grad zu Grad um 0,00001 m aus. Eine eiserne Brücke ist bei 0⁰ 300 m lang. Um wieviel wird sie länger, wenn die Temperatur auf 30⁰ steigt?
d) Wasser von 0⁰ zieht sich eigentümlicherweise zusammen, wenn es langsam erwärmt wird; erst über 4⁰ dehnt es sich aus. Bei welcher Temperatur hat es seine größte Dichte?
e) Wenn man Stahlplatten zusammennieten will, werden die Nieten glühend gemacht; warum?
f) Eiserne Reifen werden glühend um das Rad gelegt; warum?
g) Warum muß der Raum über dem Quecksilber im Thermometer luftleer sein?

Greg

Die Heizung.

1. Warum ist es im geheizten Zimmer an der Decke wärmer als am Boden?

Beobachtungen: a) Miß mit einem Thermometer die Temperatur an der Zimmerdecke, am Boden!

b) Halte eine brennende Kerze an den Spalt der wenig geöffneten Türe, des Fensters, zuerst oben, dann unten!

c) Stelle eine brennende Kerze auf den Tisch, lege rechts und links davon je ein Zündholzschächtelchen, setze darauf einen Lampenzylinder! Halte einen schmalen Streifen Seidenpapier über die obere Öffnung des Zylinders und beobachte!

Warme Luft steigt auf, kalte senkt sich. Im geheizten Zimmer herrscht eine ständige Wärmeströmung.

Beobachtung: Forme aus Ton oder Plastilin eine Fußleiste, so daß man in ihr eine Glasscheibe (etwa 8×5 cm) aufstellen kann! Forme auf die gleiche Weise eine zweite Fußleiste für 2 Glasscheiben, die etwa 1 cm voneinander entfernt sind! Klebe auf die Vorderseite der beiden „Fenster" einen Wachstropfen in die Mitte, stelle hinter die Fenster ein brennendes Kerzchen! Beobachte, wo der Wachstropfen zuerst abschmilzt!

Um Wärmeverluste durch die Fenster zu vermeiden, benützen wir Doppelfenster; einfache Fenster verursachen einen fast doppelt so großen Wärmeverlust. Wenn Fensterrahmen undicht sind, sind die Fugen mit Werg, Hanf- oder Teerstricken zu füllen. Wir sparen auch Wärme, wenn gegen Abend die Fensterläden geschlossen werden. Fenstermäntel (auch aus mehreren Lagen Zeitungspapier) schützen gegen die kalte Außenluft.

Vermeide Wärmeverluste für die ganze Wohnung!

a) Wenn es geschehen kann, sollen heizbare Zimmer über- und nebeneinander gelegt werden.

b) Küche, Speisekammer und Wirtschaftsräume gehören nach Norden, Wohn- und Schlafräume nach Süden; dadurch wird die Sonnenwärme am besten ausgenützt.

c) Wohnungen über dem Keller oder unter dem Speicher sind ungünstig zu heizen; Keller- und Speicherfenster dürfen daher nicht unnötig offenstehen.

d) Ein Windfang an der Haustüre ist sehr zweckmäßig.

e) Schlechte Raumluft ist durch Lüften zu erneuern; dies geschieht um so schneller, je größer der Temperaturunterschied zwischen innen und außen ist.

2. Warum stellt man vor den Ofen einen Schirm, wenn es zu heiß ist?

Beobachtungen: a) Schaue in die Glut des offenen Ofens! Was spürst du im Gesicht? Halte ein Buch, ein Brettchen zwischen Ofen und Gesicht! — Schließe und öffne die Türe mehrmals hintereinander und beobachte!

b) Halte zu gleicher Zeit schwarzes und weißes Papier vor die Glut! Welches Papier fühlt sich wärmer an?

c) Eine blanke und eine berußte Konservendose mit heißem Wasser füllen! Prüfe nach einiger Zeit die Temperatur mit dem Thermometer!

d) Miß die Zimmertemperatur vor und hinter dem Ofenschirm, der bei einem eisernen Ofen steht! Was fällt dir auf?

lernen

Die Wärme kann sich durch Wärmeströmung, Wärmeleitung und Wärmestrahlung ausbreiten. Schwarze und rauhe Körper nehmen die Wärmestrahlen schneller auf als helle und glatte, strahlen sie aber auch wieder rasch aus. Der Ofenschirm verhindert das Ausstrahlen nach einer bestimmten Seite.

Strahlungsöfen erwärmen die Zimmerluft nicht.

Aufgaben: a) Warum werden die eisernen Öfen geschwärzt, die Kachelöfen aber nicht aus schwarzen Kacheln aufgebaut?

b) Welche Vorteile bietet der Kachelofen, der in der Hauptsache mit Wärmeströmung, der eiserne Ofen, der in der Hauptsache mit Wärmestrahlung arbeitet?

c) Warum ist die Herdplatte schwarz und rauh?

d) Warum werden die Heizkörper der Zentralheizung rauh gehalten und nicht glatt?

e) Warum werden die Ofenrohre schwarz gestrichen, die Teekessel aber blank gehalten?

f) Erkläre die Erwärmung eines Zimmers durch den Sonnenschein bei geschlossenen Fenstern! Strahlt die Ofenwärme auch durch die Fenster hinaus? (Unterschied zwischen hellen und dunklen Strahlen!)

g) Warum tragen wir im Sommer helle Kleider, im Winter dunkle? Warum erhalten Eisenbahnwagen zum Versand von Bier und Milch einen hellen Anstrich?

3. Welche Einrichtungen besitzen unsere Heizanlagen, um die Wärme am besten auszunützen?

a) Beschreibe den Weg der Wärme in Abb. 28! Gib an, auf welche Weise die Wärme ausgenützt wird!

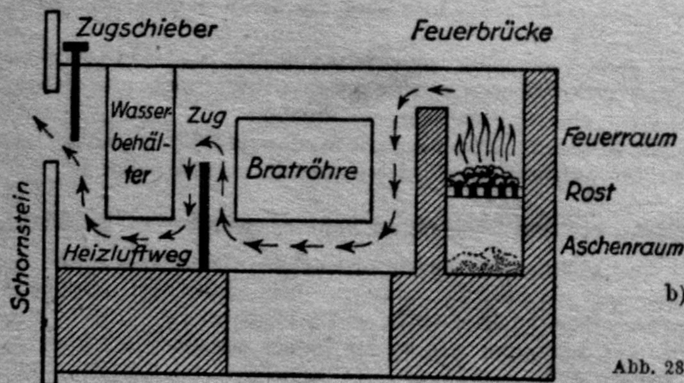


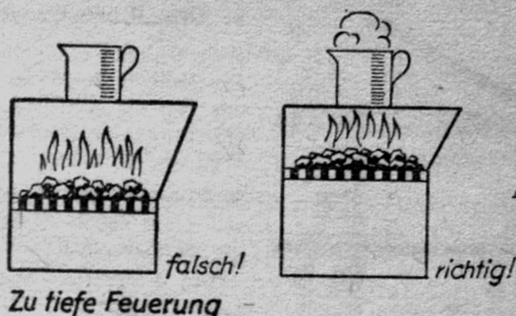
Abb. 28

Erkläre nach Abb. 29 den Unterschied zwischen falscher und richtiger Feuerung!

Erkläre nach Abb. 30 den Nachteil der zu großen Feuerung!

b) der Ofen soll verhältnismäßig niedrig sein; denn wir wollen den Boden erwärmen und nicht die Decke. Der Ofen soll frei vor der Wand stehen, damit alle Heizflächen ausgenützt werden. Aus diesem Grund soll er auch auf Füßen stehen.

c) Die Züge im Ofen und Herd. Die Öfen und Herde nützen nicht die gesamte bei der Verbrennung entstandene Wärme für die Erwärmung der Wohnung aus. Ein großer Teil geht in den Kamin und damit verloren. Dieser Verlust ist um so größer, je heißer die Heizgase in den Kamin gelangen. Dann braucht man auch mehr Brennstoffe. Damit aber die Heizgase ihre Wärme abgeben müssen, gibt es zwei Wege: 1. Man führt das Rohr in mehreren Windungen zum Kamin, oder 2. man verlegt diese Windungen in den Ofen oder Herd selbst; dadurch erhält man die sog. Züge. Vergleiche Abb. 28 und 31!



Ab. 29



Abb. 30

d) Der Schornstein. Je höher der Schornstein ist, desto besseren Zug hat er. Dieser Zug wird aber vermindert, wenn an der Eintrittsstelle des Ofenrohres in den Kamin Spalten sind, wenn die Reinigungsklappen durchgerostet oder schlecht geschlossen sind oder offenstehen, wenn bei anderen Öfen, die ebenfalls an den gleichen Kamin angeschlossen sind, aber nicht geheizt werden, die Feuerungs oder Aschentüren offenstehen. Der Kamin zieht ferner schlecht, wenn er niedriger ist als der First des Hauses. Auch hohe Bäume können die Störung verursachen.

Aufgaben: a) Warum zieht der Ofen schlecht, wenn ein Witterungsumschlag bevorsteht oder wenn die Sonne auf das Dach scheint?

b) Warum endet der Schornstein nicht in der Höhe der Dachrinne?

c) Kann man an den Kamin beliebig viele Öfen anschließen?

d) Warum muß der Schornstein von Zeit zu Zeit gereinigt werden?

e) Warum zieht der Ofen im Winter besser als im Sommer?

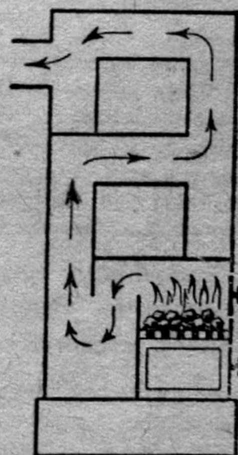
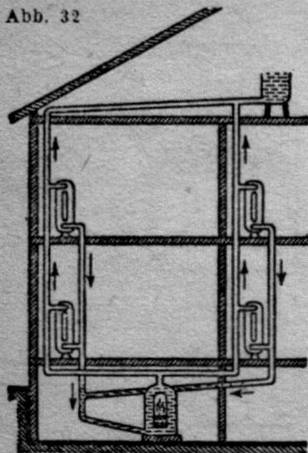


Abb. 31

Abb. 32



Warmwasserheizung

4. Die Warmwasserheizung (Abb. 32).

Beobachtungen: a) Besichtigung einer Heizanlage: Lage im Keller, wie das Erhitzen des Wassers geschieht, Nebenapparate am Kessel (Thermometer, Wasserstandsmesser; deren Zweck), Weg des Wassers.

b) In eine Kochflasche mit Wasser Sägspäne geben, mit einer Spiritusflamme erhitzen! Beachte, wie die Sägspäne auf und ab steigen!

Die Warmwasserheizung arbeitet mit der Wärmeströmung.

Im Keller befindet sich der Heizkessel. Von ihm gehen Rohrleitungen zu den oberen Stockwerken des Hauses und führen schließlich wieder zum Kessel zurück. Zwischen dem Steig- und dem Fallrohr ist in jedem Raum ein Heizkörper angeschlossen. Das erwärmte Wasser steigt in die Höhe, gelangt in die Heizkörper, gibt an diese seine Wärme ab und gelangt wieder in den Kessel zurück, wo es neuerdings erwärmt wird. Da sich das Wasser durch die Erwärmung ausdehnt, befindet sich im obersten Stockwerk ein Ausdehnungsgefäß.

5. Wir heizen ein.

Beobachtungen: a) Sprich, wie du einheizest! Welches Brennmaterial verwendest du? In welcher Reihenfolge? Warum?

b) Stülpe über eine brennende Kerze ein Becherglas! Warum erlischt sie?

c) Halte der Reihe nach in eine Kerzenflamme einen Glasstab, einen Holzspan, Porzellanscherben, Stroh usw.! Welche Körper entzünden sich?

d) Lege auf ein Blech etwas Phosphor, Schwefel und Holz! Erhitze das Blech von unten her und beobachte, in welcher Reihenfolge sich die Körper entzünden! — Fahre mit einem Holzspan mehrmals durch eine Flamme, dann halte ihn ruhig in die Flamme! Wann entzündet er sich? — Entzünde einen Holzspan und halte ihn in senkrechter Lage mit der Flamme nach oben, in einem zweiten Versuch nach unten! (Im ersten Falle erlischt die Flamme, weil sie den unverbrannten Teil des Spanes nicht erwärmen kann; im zweiten Falle erwärmt sie den zunächst liegenden Teil des Spanes; dieser brennt weiter).

Damit eine Verbrennung zustande kommt, müssen vorhanden sein: a) der Sauerstoff der Luft, b) ein brennbarer Gegenstand, c) eine bestimmte Entzündungstemperatur.

Aufgaben: a) Woher kommt der für die Verbrennung notwendige Sauerstoff? Wenn aber Aschen- und Feuertür geschlossen sind?

b) Zum Einheizen verwendet man häufig Holz; beurteile die wegen Holzmangel auf den Markt gebrachten Ersatzmittel zum Anheizen, z. B. Lofix!

6. Was geschieht beim Verbrennen?

B e o b a c h t u n g e n: a) Bringe eine Messerspitze voll Ruß (= Kohlenstoff) oder gepulverte Holzkohle in eine Flamme und beobachte, ob ein Rückstand bleibt!

b) Bringe ein brennendes Kerzchen in ein Glas mit etwas Kalkwasser, warte, bis das Kerzchen erlischt; schüttle das Kalkwasser im Glas umher! Worauf deutet die Trübung?

c) Lasse ein Zündholz vollständig verbrennen! Welche Farbe hat der Rückstand? Führe ein brennendes Zündholz in ein Probegläschen ein! Welche Farbe hat der Rückstand nach dem Erlöschen der Flamme?

Beim Verbrennen verbindet sich der Kohlenstoff des Brennmaterials mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure.

Erhält die Flamme genügend Sauerstoff, so ist die Verbrennung v o l l s t ä n d i g; die Asche ist grau. Wenn nicht genügend Sauerstoff zutreten kann, ist die Verbrennung u n v o l l s t ä n d i g; es bleiben brennbare Bestandteile (Kohle) zurück.

A u f g a b e n: a) Prüfe, ob der Ofen richtig zieht! Die Feuertür am Ofen und Herd wird spaltenweit (etwas mehr als 1 cm) geöffnet. Dann halte ein brennendes Kerzchen oder Zündholz davor! Wird die Flamme schräg bis waagrecht in die Feuerung hineingezogen, so ist der Zug richtig. Brennt die Flamme senkrecht nach oben, so ist der Zug zu schwach. Wird die Flamme scharf hineingezogen oder erlischt sie gar, so ist der Zug zu stark.

Die Luft darf nur unter dem Rost und durch die Rostspalten an den Brennstoff gelangen. Luft, die an anderen Stellen eintritt, heißt „Falschluft"; sie stört den Zug und verschlechtert daher die Verbrennung.

b) Wohin gelangt die entstandene Kohlensäure?

c) Woran hat es gefehlt, wenn im Ofen schwarze Schlacken liegenbleiben?

d) Warum haben die Feuerstellen einen Rost? Warum darf er nicht verstopft sein? Warum darf der Aschenkasten nicht zu voll sein?

e) Warum ist die Verbrennung unvollständig, wenn man auf einmal zuviel Brennstoff oder in zu großen Stücken nachlegt? Warum raucht und rußt der Ofen dann besonders stark?

f) Erkläre Abb. 33 über falsches und richtiges Nachlegen!

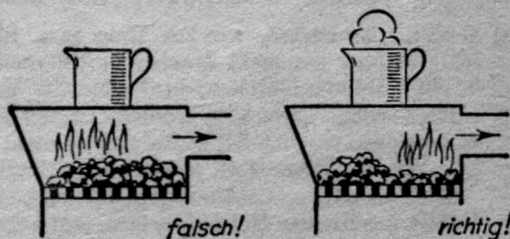


Abb. 33

7. Wir untersuchen Kohlensäure.

B e o b a c h t u n g e n: a) Eine Flasche Selterswasser liefert eine große Menge Kohlensäure. V o r dem Versuch ist bereitzuhalten 1. ein auf die Flasche passender durchbohrter Kork mit Ableitungsschlauch, 2. ein größeres Wassergefäß, in dem umgekehrt, mit Wasser gefüllt, einige Einmachgläser stehen. Ableitungsschlauch von unten in ein Einmachglas einführen, Flasche öffnen, s o f o r t Kork mit Schlauch aufsetzen und f e s t h a l t e n (damit die frei werdende

Kohlensäure ihn nicht hinaustreibt)! Herausnehmen: Zuerst eine Glasscheibe unter das Einmachglas schieben, beide zusammen aus dem Wasser heben und dann beiseitestellen!

b) Tauche ein brennendes Kerzchen am Draht in das mit Kohlensäure gefüllte Gefäß! — Gieße das Gas in ein anderes leeres Gefäß und wiederhole den vorigen Versuch! — Stelle ein Becherglas auf die Briefwaage, bringe sie in Gleichgewicht! Schütte Kohlensäure in das Glas! Beobachte die Waage! — Gieße Kohlensäure in ein mit etwas Kalkwasser versehenes Gefäß und schüttle um!

c) Wenn du Limonade in ein Glas abfüllst und dann sofort trinkst, atmest du reichlich Kohlensäure ein. Was beobachtest du?

Die Kohlensäure ist ein farb- und geruchloses Gas, das jede Verbrennung und Atmung erstickt. Sie ist 1½mal schwerer als die Luft und sammelt sich daher auf dem Boden von Räumen und Gefäßen.

d) Wenn du ein 20—30 cm langes Magnesiumband erhalten kannst, untersuche, woraus die Kohlensäure besteht! Fasse das Magnesiumband mit einer Zange, zünde es an und stecke es schnell in ein mit Kohlensäure gefülltes Gefäß! Das Band brennt weiter, aber an der weißen Magnesiumasche und überall im Glase entdecken wir schwarze Flocken (= Kohlenstoff): Das brennende Magnesium hat der Kohlensäure den Sauerstoff entrissen, der Kohlenstoff wurde frei!

Die Kohlensäure besteht aus Kohlenstoff und Sauerstoff.

Aufgabe: Sprich über den Kreislauf des Kohlenstoffes (Kohlensäure in der Luft — wird von der Pflanze in Kohlenstoff und Sauerstoff gespalten — Kohlenstoff zum Aufbau der Pflanze, Sauerstoff frei zur Atmung (s. Seite 109, Abb. 94)!

8. Mit welchen Brennmaterialien heizen wir?

a) Holz. Beobachte, welches Holz zum Heizen verwendet wird, wenn es schlecht oder gar nicht brennt! — Entzünde einen Holzspan und halte ihn in ein Tablettenröhrchen; beobachte die Veränderung!

Holz enthält etwa 50% Kohlenstoff, der Rest ist Wasser und Asche. Wenn es irgendwie möglich ist, sollte man es nicht allein im Ofen verbrennen. Holz ist nicht nur Brennstoff, sondern ein wichtiger Rohstoff (s. Seite 115—116).

Holzkohle. Beobachtung: Vermische übelriechendes Wasser mit einigen Löffeln gepulverter Holzkohle, lasse einige Zeit stehen und filtriere das Wasser ab! Es ist geruchlos geworden. — Gib in ein Probeglas etwas Sägmehl und erhitze! Du bekommst Holzkohle.

Wenn in der Natur pflanzliche Stoffe verwesen, so bleiben die kohlenstoffhaltigen Stoffe zurück. Geschieht der Luftabschluß im Kohlenmeiler oder in der Fabrik, so erhält man Holzkohle. Ihre Herstellung im Kohlenmeiler verschwindet immer mehr, weil dabei wichtige Stoffe verlorengehen.

Die Holzkohle nimmt Farb- und Geruchstoffe auf. Deshalb verwendet man sie zum Reinigen von Flüssigkeiten (Trinkwasser in manchen Städten, Kartoffelspiritus, Rübenzuckersaft).

b) Der Torf. 1. Untersuche, wenn es möglich ist, Torfboden, einige Torfstücke! Zähle Moore in Bayern, in Deutschland auf!

2. Untersuche in einem Laubwald die dicke Blätterschicht auf dem Boden; hebe die einzelnen Schichten ab und beobachte, wie die Blätter mit der Tiefe immer dunkler werden!

3. Beobachte in einem Torfstich, wie der Torf mit zunehmender Tiefe dunkler wird!

Im stehenden Wasser sinken abgestorbene Pflanzen unter Wasser. Hier zersetzen sie sich, weil das Wasser den Zutritt der Luft verhindert. Das Wasser der Pflanze entweicht, der Kohlenstoff bleibt zurück. Neue Schichten überdecken die alten, die Massen werden immer stärker zusammengedrückt, immer mehr zersetzt. Je älter der Torf ist, desto schwerer ist er, desto größer ist auch sein Wert. Er enthält bis zu 50% Kohlenstoff.

c) Die Braunkohle. Lege ein Stück gewöhnliche Braunkohle neben ein Stück gespaltenes Holz und vergleiche! Wo finden sich in Deutschland Braunkohlen?

Die Braunkohle ist schon vor Millionen von Jahren entstanden. Damals gab es noch keine Menschen, aber ganz andere Laub- und Nadelbäume. Sie wurden durch irgendein Naturereignis überschwemmt und verschüttet. Die Verkohlung schritt immer weiter. Die Braunkohle enthält bis zu 75% Kohlenstoff.

Nach den bisherigen Forschungen ist Deutschland das an Braunkohlen reichste Land.

d) Die Steinkohle ist noch älter als die Braunkohle; daher ist auch die Verkohlung noch weiter fortgeschritten. Sie enthält bis zu 85% Kohlenstoff, Anthrazit bis zu 95%. Ungeheure Mengen von Pflanzen müssen zusammengedrückt worden sein; denn ein 100jähriger Buchenwald gibt nur eine Schicht von 2 cm Kohle. In den Bergwerken aber findet man meterdicke Schichten; oft liegen 100 und mehr solcher Schichten übereinander.

Aufgaben: a) Stelle den Kohlenstoffgehalt der verschiedenen Brennstoffe in einer Schaulinie dar!

b) Warum nennt man die Kohle auch „Schwarze Diamanten"?

c) Warum hat sich in Kohlegegenden vielfach eine große Industrie entwickelt?

d) Vom Baum zur Kohle.

9. In vielen städtischen Wohunngen wird mit Leuchtgas geheizt und gekocht.

a) Woher kommt das Gas? Eine leere Sidolbüchse sauber reinigen, trocknen lassen, etwas feingepulverte Steinkohle einfüllen, Apparat nach Abb. 34 zusammenstellen! Mit einer Spiritusflamme stark erhitzen, nach einiger Zeit das entweichende Gas anzünden!

Mache den gleichen Versuch mit fein gepulverter Braunkohle, mit Sägmehl oder anderen zerkleinerten brennbaren Körpern!

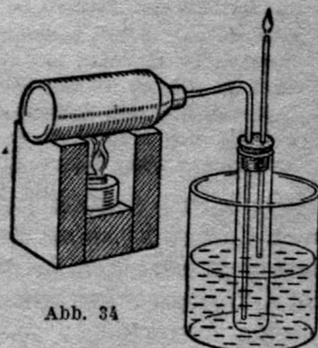
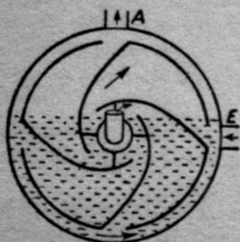


Abb. 34

Das Leuchtgas wird aus Kohle in den Gaswerken hergestellt. Außer Gas erhält man noch Koks, Teer, Ammoniak und Benzol. Das Gas verwendet man zum Heizen und Beleuchten, den

Koks als Brennstoff. Den Teer gebraucht man zum Herstellen von Dachpappe, zum Teeren von Straßen; er gelangt aber auch in chemische Fabriken und wird hier weiter verarbeitet zu Treib-, Schmier- und Heizölen, zu Teerfarbstoffen, Arzneimitteln, Firnissen, Sprengstoffen, Parfüms usw.



Gasmesser

Abb. 35

b) Verwendung im Haushalt. Vorzüge des Leuchtgas: Immer bereit und billig, Verbrauch ist nach Belieben zu regeln, gibt wenig Wärme an den Raum ab (Sommer!), Bedienung und Reinigung machen wenig Arbeit.

Der Gasverbrauch wird mit der Gasuhr gemessen (Abb. 35). Erkläre deren Arbeitsweise! (Mit Wasser gefüllt, bei E Eintritt, bei A Austritt.) Die Trommel ist mit einem Zählerwerk verbunden, das die verbrauchte Gasmenge aufschreibt. Sie braucht dann nur abgelesen werden. Beim trockenen Gasmesser verwendet man zwei Bälge, die sich abwechselnd füllen und entleeren. Diese Bewegung wird ebenfalls auf ein Zählwerk übertragen. Der Gasverbrauch ist der Unterschied zwischen der früheren und der gegenwärtigen Ablesung. Beispiel!

Ablesen am	1. Juli 1941	267 cbm
„ „	1. August 1941	283 cbm
	Verbrauch	16 cbm

Aufgaben: a) Lies den Zählerstand am 1. Tag zweier aufeinanderfolgenden Monate und berechne a) den Verbrauch, b) die Kosten bei einem cbm-Preis von 20 Pfennig!

b) Die Mutter backt einen Kuchen, brät einen Braten, siedet einen Topf voll Wasser mit Gas. Was kostet es?

c) Gefahren bei der Verwendung von Leuchtgas. Leuchtgas enthält das gefährliche Kohlenoxyd. In diesem hat sich 1 Teil Kohlenstoff mit nur 1 Teil Sauerstoff verbunden (in der Kohlensäure sind es 2 Teile Sauerstoff). Das Gas hat jedoch das Bestreben, den noch fehlenden Sauerstoff an sich zu reißen. Wird es eingeatmet, so tritt es in das Blut ein und holt sich hier den Sauerstoff. Der Körper erhält daher zu wenig Sauerstoff; es zeigt sich Müdigkeit, Schwindelgefühl, Bewußtlosigkeit. Wird der Sauerstoffmangel nicht behoben, so tritt der Tod durch Ersticken ein.

Sicherheitsmaßnahmen: Riecht es in einem Raum nach Gas, so ist sofort der Haupthahn zu schließen! — Der Raum darf nicht mit einem brennenden Licht betreten werden; auch schon der Öffnungsfunken am elektrischen Lichtschalter kann eine Explosion herbeiführen. — Durch Fenster und Türen ist Zugluft herbeizuführen!

Aufgabe: Wann bildet sich in Öfen Kohlenoxyd?

In Orten, in denen Stadtgas nicht zur Verfügung steht, findet das Flüssiggas eine weite Verwendung. Es sind Gase, die gewöhnlich gasförmig sind, aber

sich schon bei geringem Druck verflüssigen lassen. Das bekannteste Flüssiggas ist Propan; es hat den Vorzug, frei von dem gefährlichen Kohlenoxyd zu sein. Eine Flasche Propan mit 15 kg Inhalt liefert 8¼ cbm Gas, das ebensoviel Heizwert hat wie 47 cbm Stadtgas. — Flüssiggase werden auch als Treibstoff verwendet; sie sind dem Benzin gleichwertig. Das Flüssig-Treibgas wird nicht absichtlich hergestellt, sondern man gewinnt es bei der Kohleverflüssigung und bei der Verarbeitung von Erdöl.

10. Wir untersuchen die Flamme.

Beobachtung: Gib in einen kleinen Tiegel einige Stückchen Kerzenmaterial, Stearin oder Paraffin, und erhitze! Die Masse schmilzt, siedet, Dämpfe steigen auf. Entzünde diese Dämpfe in einiger Entfernung vom Tiegel mit einer brennenden Kerze! Eine Flamme schlägt in den Tiegel. Löschen durch Aufsetzen eines Deckels! — Oder: In ein Probeglas Kerzenstücke geben, durchbohrten Kork mit zugespitzter Glasröhre aufsetzen, erhitzen, Gase oben an der Glasröhre entzünden!

Die Flamme ist ein brennender Gasstrom. Daher brennen mit Flamme nur Gase, ferner Körper, die sich in Gase verwandeln lassen.

Aufgaben: Untersuche eine Kerzenflamme! a) Betrachte den Docht, zünde an, beobachte die Vorgänge!

b) Lösche mit einem Tablettenröhrchen aus und entzünde die aufsteigenden Gase aus einiger Höhe!

c) Blase mit einem zugespitzten Glasrohr Luft in die Flamme! Woher kommt die Veränderung?

d) Leite aus der Mitte der Kerzenflamme mittels eines Glasrohres Gase ab und entzünde sie an der Spitze des Rohres!

e) Halte einen Holzspan quer durch die Flamme und versuche am Span festzustellen, wo die Flamme am heißesten ist!

11. Brennbar, aber nichts für den Ofen!

Warum darf man Spiritus, Petroleum, Benzin nicht in das Feuer gießen?

Beobachtungen: a) Befeuchte je einen Streifen Fließpapier mit Wasser, Spiritus, Benzin, Petroleum! Welcher Streifen wird am ehesten, am spätesten trocken?

b) Gib einige Tropfen Benzin und Spiritus auf flache Schalen (Benzin- und Spiritusflasche sofort schließen und beiseitestellen!) und nähere ein brennendes Zündholz von oben, von der Seite!

Petroleum, Spiritus, Benzin verdunsten leicht. Sie erfüllen die Luft mit Dämpfen, die sich an jedem Feuer rasch entzünden. Benzindämpfe sind schwerer als Luft; sie sinken daher zu Boden. Man darf diese Flüssigkeiten nicht in Feuer gießen, auch nicht in ein ganz schwaches, um dieses zu größerer Flamme anzufachen.

Aufgaben: Warum muß Benzin immer in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden? Warum dürfen Benzinflaschen nie in der Nähe von Feuer stehen? Warum darf man nicht in Garagen übernachten?

Von Zündholz und Kerze.

1. Womit entzünden wir unsere Kerzen?

Beobachtungen: a) Versuche verschiedene Zündhölzer an verschiedenen Reibflächen zur Entzündung zu bringen!
b) Beobachte die Entflammung der Köpfchen und der Hölzchen beim Entzünden an den Reibflächen der Schachteln!

Die heutigen Zündhölzer sind nur an den Reibungsflächen der Zündholzschachteln zu entflammen. Diese sind mit einer Masse bestrichen, welche roten Phosphor und ein feines hartes Pulver (Glas, Bimsstein, Schmirgel) enthält. (Roter Phosphor ist ein ungiftiges Pulver im Gegensatz zu gelbem Phosphor, einer wachsartigen, schneidbaren, sehr giftigen Masse, welche sich an der Luft entzündet und deshalb unter Wasser aufbewahrt werden muß. Erhitzt man gelben Phosphor in einem geschlossenen Kessel auf 250° C, so verwandelt er sich in roten Phosphor.) Die Zündmasse der Streichholzköpfchen besteht aus einem brennbaren Körper (z. B. Schwefelantimon, Schwefelblei) und einer sauerstoffabgebenden Verbindung (z. B. Kaliumchlorat), Farbstoffen (die Farben sind ohne Bedeutung für die Zusammensetzung und Wirksamkeit der Zündmassen!) und Bindemitteln.

Durch das Streichen des Zündholzköpfchens über die Reibfläche wird etwas roter Phosphor losgerissen; dieser entzündet sich infolge der Reibungswärme mit der sauerstoffabgebenden Verbindung des Köpfchens, wodurch die ganze Zündmasse Feuer fängt. Der Paraffinüberzug unter und hinter dem Köpfchen erleichtert die Entflammung des Holzes.

Streichhölzer, welche im Köpfchen roten Phosphor enthalten, können an jeder rauhen Fläche entzündet werden. Sie gelten deshalb nicht als „Sicherheits"-Zündhölzer und werden im allgemeinen nicht mehr hergestellt.

Bei der Zündholzherstellung leistet die Maschine alles bis zum Abzählen und Verpacken der Hölzchen selbsttätig. (Eine große Maschine erzeugt in 1 Stunde 10 000 verkaufsfähige Schachteln! 1 cbm Holz liefert 1 Million Hölzchen!)

Aufgaben: a) Warum sehen die abgenützten Reibflächen der Zündholzschachteln hell aus?
b) Warum sind Zündhölzer kein Spielzeug? (Feuerverhütung!!)

2. Woher kommen die verschiedenen Farben der Kerzenflamme?

Beobachtungen: a) Beobachte Gestalt und Färbung der Kerzenflamme! Welche Teile lassen sich unterscheiden?

b) Vergleiche Beobachtungen und Aufgaben Seite 44, Nr. 10 und Seite 40, Nr. 6, Beobachtung b)!

Entzündet man eine Kerze, so schmilzt ihr fester Brennstoff (Paraffin, Stearin, Wachs) am Grunde des freien Dochtes, steigt dann in diesem empor und wird durch die Wärme gasförmig. (Vgl. Seite 45, Nr. 10!)

An der Kerzenflamme lassen sich drei Teile unterscheiden (Abb. 36):

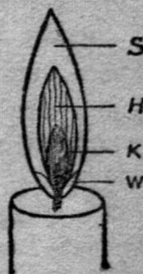


Abb. 36

a) der innere dunkle Kern (K), der den Docht umgibt und aus den noch nicht brennenden Gasen besteht. Hieher kann fast kein Sauerstoff gelangen, deshalb fast keine Verbrennung;

b) die stark leuchtende Hülle (H); hier zerfallen die Kohlenwasserstoffe des Brennstoffes in ihre Bestandteile Wasserstoff und Kohlenstoff; ersterer verbrennt und bildet Wasserdampf, letzterer wird in glühendem Zustande ausgeschieden und bewirkt das Leuchten und Rußen dieses Flammenteils;

c) der schwach leuchtende Saum (S); erst hier, wo der Luftsauerstoff ungehindert Zutritt hat, findet die vollständige Verbrennung des Kohlenstoffes statt, weshalb dieser Teil der Flamme der heißeste ist.

Die blauen Flecken (W) sind verbrennender Wasserstoff.

3. Wie werden unsere Kerzen hergestellt?

Die heutigen Kerzen bestehen meist aus Paraffin oder Stearin bzw. einer Mischung beider Stoffe und einem Docht aus geflochtenen Baumwollfäden.

Paraffin wird aus Braunkohlenteer oder Erdöl gewonnen.

Stearin besteht aus den festen Bestandteilen des Rinderfettes, es bleibt übrig, wenn die öligen Bestandteile des Fettes abgepreßt werden. Da Stearin allein zu brüchig ist, wird zur Kerzenherstellung Paraffin beigemischt.

Die Herstellung der Kerzen erfolgt durch Gießmaschinen in Formen, in welche die Dochte gespannt sind.

Früher wurden die Kerzen „gezogen“, d. h. die Dochte in flüssiges Wachs oder in Talg getaucht; dann ließ man die Masse kalt und fest werden. Durch wiederholtes Eintauchen und Herausziehen (Wachszieher) verdickten sich die Kerzen. Auf einem ebenen Tisch konnten sie dann noch glattgerollt werden.

Aufgabe: Inwiefern ist die Kerzenflamme eine Gasanstalt im Kleinen?

Vom Löschen.

1. Welches sind die Bedingungen des Löschens?

Nenne die Bedingungen der Verbrennung! Auf wievielfache Weise kann demnach gelöscht werden?

Ein Brand kann dadurch gelöscht werden,

a) daß die brennenden Gegenstände auseinandergerissen werden,
b) daß dem Sauerstoff der Zustrom verhindert wird,
c) daß der brennende Gegenstand unter seine Zündtemperatur abgekühlt wird.

Aufgaben: a) Welche Mittel stehen im Haus zum Löschen zur Verfügung?

b) Warum soll man nicht allein gegen einen größeren Brandherd vorgehen, warum die Türe zum Brandherd erst öffnen, wenn Löschgerät und Wasser bereitgestellt sind, warum mit dem Gesicht am Boden bleiben, warum Türen und Fenster bei der Brandbekämpfung öffnen?

c) Mit welchen Löschgeräten arbeitet die Feuerwehr?

d) Wie bekämpft man Wald- und Wiesenbrände?

2. Warum kann man nicht alle brennenden Stoffe mit Wasser löschen?

Beobachtung: Gieße in eine Untertasse einen Löffel voll Spiritus, in eine andere Untertasse einen Löffel voll Benzin! Stelle jede Untertasse in eine größere Emailschüssel und entzünde mit einem Holzspan! Versuche die Flamme durch Zugießen von Wasser zu löschen! — Befeuchte ein Fließpapier mit Wasser und ziehe es über das brennende Benzin!

Benzin kann man nicht mit Wasser löschen, weil es wegen seines niedrigen Artgewichtes auf dem Wasser schwimmt. Auch Fett kann man nicht mit Wasser löschen, weil sich bei der großen Hitze das Wasser explosivartig in Dampf verwandelt und das brennende Fett umherschleudert. Wie kann man löschen?

Aufgabe: In der Küche ist eine Pfanne mit siedendem Schmalz brennend geworden. Wie ist zu löschen?

3. Warum kann man mit einem „Minimax"-Apparat Feuer löschen?

Beobachtungen: a) Nimm 2 gleich große Brettchen, bestreiche davon das eine mit Pelikanol oder Leim, streue dann Natron (doppelkohlensaures Natrium) darauf und lasse trocknen! Versuche das behandelte und das unbehandelte Brettchen über einer Flamme zum Brennen zu bringen! Bestimme mit der Uhr, wann jedes Brettchen entflammt!

b) Untersuche jetzt das Natron, indem du etwas davon in ein Probeglas gibst, und schütte ein wenig Salzsäure darauf! Senke in die stürmisch aufbrausenden Gase ein brennendes Kerzchen! Worauf deutet das Erlöschen?

c) Ahme den „Minimax"-Apparat nach: Auf einer dickwandigen Mineralwasserflasche sitzt ein durchbohrter Kork mit einer Glasröhre. Fülle die Flasche zu ³/₄ mit einer Lösung von Natron; dazu gieße vorsichtig verdünnte Salzsäure (4 Teile Wasser und 1 Teil Salzsäure), nicht mischen; nun setze s e h r schnell den Kork mit dem Glasrohr auf und halte ihn fest!

Der Minimax-Apparat enthält eine Lösung von Natron und ein Gefäß mit Salzsäure. Dieses wird durch einen Schlag auf den Kopf zertrümmert. Die sich entwickelnde Kohlensäure preßt die Flüssigkeit in einem dicken Strahl aus dem Rohr.

A u f g a b e: Bei Bränden von Öl, Benzin, Spiritus, bei Wohnungsbränden verwendet die Feuerwehr auch Schaum. Warum?

4. Kann man das Entzünden brennbarer Gegenstände verhindern?

In Deutschland gehen Jahr für Jahr um ½ Milliarde Mark Werte durch Brand verloren. Wenn es gelänge, das Brennen zu erschweren, das Feuer rascher zum Erlöschen zu bringen, könnten viele Millionen Mark erspart werden.

B e o b a c h t u n g: Tauche einige Stoffstreifen in Wasserglas und lasse sie trocknen! Einige andere Streifen werden nicht behandelt. Versuche die zweierlei Streifen zu entzünden und beobachte! — Mache den gleichen Versuch mit kleinen Brettchen!

Brennbare Gegenstände kann man mit Feuerschutzmitteln imprägnieren. Diese werden in Fabriken hergestellt und in den Handel gebracht.

A u f g a b e n:

a) Jährlich entstehen in Deutschland rund 50 000 Brände in Wohnhäusern, Scheunen, Fabriken, Wäldern. Wie viele treffen auf den Tag, die Stunde? Durch Kinderhand entstehen täglich im Durchschnitt 13 Brände; wieviel im Jahr? 75% auf dem Lande, davon 90% durch Knaben; erkläre!

b) Jährlich 3000 Tote durch Brände, ¹/₃ davon sind Kinder unter 15 Jahren Erkläre!

c) 75% aller Brände entstehen durch Nachlässigkeit, Leichtsinn, Vorsätzlichkeit. Welche Summe könne erspart werden?

Der Wind.

1. Wie entsteht der Wind?

B e o b a c h t u n g e n über Luftzug vgl. Seite 37, Nr. 1, a) bis c)!

E r w ä r m t e L u f t dehnt sich aus, wird leichter und steigt in die Höhe; k a l t e L u f t ist dichter, schwerer und sinkt nieder.

Warme Luft strömt von oben her an Stelle der kalten, kalte Luft von unten her an Stelle der warmen. Diesen Ausgleichsvorgang nennt man L u f t z u g.

A u f g a b e n: a) Wie muß man Räume lüften, wenn es „durchziehen" soll?
b) Wie sind die Lüftungsvorrichtungen in unserem Schulzimmer beschaffen? Warum?
c) Welchen Zweck haben hohe Schornsteine?

Auch der Wind ist Luftzug; er kann also nur entstehen, wenn verschieden warme Luftschichten nebeneinander liegen.

2. Wodurch wird die Luft über der Erde erwärmt?

Beobachtungen: a) In welchen Höhenlagen ist die Luft an heißen Sommertagen am wärmsten oder kühlsten? (Erdboden! Berggipfel!)
b) Vergleiche Sonnenstand und Strahlungswärme im Sommer und im Winter, am Äquator und bei uns!
c) Vergleiche beim Baden die Erwärmung des Erdbodens und die des Wassers durch die Sonne!

Die Sonnenstrahlen geben auf ihrem Wege von der Sonne zur Erde nur wenig Wärme an die Luft ab. Vielmehr wird zuerst die Erde erwärmt und diese erst gibt von unten her die Wärme an die Luft weiter.

Steiler auftreffende Sonnenstrahlen erwärmen die betreffenden Stellen der Erde stärker als schräg auffallende.

Trockener Boden (Sand, Lehm, Stein) wird als guter Wärmeleiter schneller und stärker erwärmt als das in gleicher Weise beschienene Wasser.

3. Wie erfolgt die Luftbewegung?

Über den warmen Gebieten der Erde wird die Luft erwärmt, steigt auf und strömt oben ab. Dadurch wird ihr Druck geringer, so daß von unten kältere Luft, deren Druck stärker ist, aus kälteren Gebieten einströmen kann. Die Luftbewegung erfolgt also stets von Gebieten hohen Luftdruckes nach Gebieten niederen Luftdruckes.

Ist der Unterschied zwischen den Stellen höheren und niederen Luftdruckes gering, so strömt die Luft langsam herbei; es entsteht nur ein sanftes Wehen. Ist der Luftdruckunterschied dagegen groß, so bläst ein starker Wind. Ist der Luftdruckunterschied jedoch sehr groß, so rast und tobt der Sturm.

Winde sind also Luftströmungen, die durch ungleichmäßige Erwärmung der Erdoberfläche entstehen. Sie wehen stets aus Gebieten mit hohem nach Gebieten mit niedrigem Luftdruck.

Aufgaben: a) Warum weht an den Meeresküsten während des Tages der Wind von der See zum Lande (Seewind) und während der Nacht umgekehrt (Landwind?)
b) Warum wehen die Passatwinde von der nördlichen und südlichen Halbkugel zum Äquator hin? Wodurch erfolgt ihre Ablenkung zum NO- und SO-Wind?
c) Warum weht der Wind, der bei Feuersbrünsten entsteht, immer zum Feuerherd hin?
d) Welche Witterungserscheinungen begleiten die Winde aus den verschiedenen Richtungen der Windrose?

4. Der Wind als helfende Kraft.

Beobachtungen und Überlegungen: a) Windkraftmaschinen (Windräder, Windmühlen, Windturbinen)!
b) Windleitbleche (an Lokomotiven)!
c) Segel (Segelschiffahrt, Segelsport)!
d) Zufuhr von Niederschlägen!
e) Pflanzenbestäubung (Windblütler)!
f) Verbreitung von Samen.
g) Trocknen der Wäsche!

Die Windmühle nützt die Windkraft zur Erzeugung eines Antriebes aus (hauptsächlich für Mühlen und Pumpwerke). Sie ist eine der ältesten Kraftmaschinen und heute noch entweder als Bockwindmühle oder als holländische Mühle verbreitet.

Die Bockwindmühle besteht aus einem hölzernen Gerüst (Bock) als Stütze für das Mühlenhaus. Dieses kann mit dem Sterz, einem langen, schwanzartigen Balken, in die Windrichtung gedreht werden. Im oberen Teil des Mühlenhauses befindet sich die Antriebswelle, auf der die Flügel (gewöhnlich 4) sitzen. Jeder Flügel besteht aus der Rute, mit der er an der Welle befestigt ist, und den Sprossen, welche als Halt für den Belag (Holzbrettchen oder Segelleinwand) dienen. Durch Auflegen oder Wegnehmen des Belages kann man die Angriffsfläche für den Wind der jeweiligen Windstärke anpassen. Die Flügel stehen schräg zur Achse, damit der Wind eine auf die Flügelfläche gerichtete Druckkraft ausüben kann, welche das Flügelrad dreht.

Die holländische Mühle ist meist aus Stein gebaut. Das Mühlenhaus steht fest; nur der Kopf mit dem Flügelrad ist drehbar eingerichtet.

Die Windturbine besteht aus einem drehbar gelagerten, großen Windrad mit vielen gekrümmten Flügelschaufeln, welches auf hohem Gerüst angebracht ist. Eine Schwanzfläche in der Verlängerung der Radachse, die Hauptfahne, steuert das Windrad in die Windrichtung. Eine seitwärts angebrachte Fläche, die Seitenfahne, regelt die Windrad-Flügelstellung durch Drehung der Schaufeln in Anpassung an die Windstärke.

Windleitbleche an Lokomotiven (beiderseits des Kessels, unterhalb des Schornsteins) dienen zur Erzeugung eines Fahrwindes, welcher den Rauch hochhebt, so daß der Führer freie Sicht hat.

5. Der Wind als zerstörende Kraft.

Beobachtungen und Überlegungen: a) Zerstörende und verwüstende Wirkung starker Winde (Stürme, Orkane, Wirbelstürme, Schneestürme, Sandstürme)!

b) Wellenbewegung des Wassers!
c) Austrocknung und Abtragung des Bodens (Wanderdünen)!
d) Ausbreitung von Bränden!

Wir machen Wasser heiß.

1. Wir bringen Wasser zum Sieden.

Beobachte: a) wie in der Küche, in der Waschküche Wasser gekocht wird,
b) die Dampfbildung,
c) die Innenseite des Deckels auf den Kochgefäßen!
d) Prüfe mit einem Thermometer, wann das Wasser zum Sieden kommt!

Wenn das Wasser stark erwärmt wird, verwandelt es sich in Dampf. Steigen diese Dämpfe bis an die Oberfläche des Wassers, so siedet es. Wasser siedet bei 100°. Führt man weiter Wärme zu, so wird diese zur Dampfbildung verwendet.

Diejenige Wärmemenge, die notwendig ist, um 1 l Wasser um 1° zu erwärmen heißt 1 Wärme-Einheit (WE) oder 1 Kalorie (K).

Aufgaben: a) Warum ist es Gasverschwendung, unter siedendem Wasser eine große Flamme brennen zu lassen?
b) Wieviel WE sind notwendig, um 5 l Wasser von 8° auf 35° zu erwärmen, um einen Waschkessel mit 50 l Inhalt von 8° zum Sieden zu bringen?
c) Überlege, ob die gesamte im Ofen erzeugte Wärme in das Wasser übergeht!
d) Welchen Zweck hat der Deckel auf dem Kessel?

2. Wir bringen Wasserdampf zum Abkühlen.

Beobachtungen: a) Halte über das siedende Wasser eine Schiefertafel oder eine Glasscheibe!
b) Hauche eine Fensterscheibe an! — Wann beschlagen sich die Fensterscheiben von selbst?
c) Wann beschlagen sich die Augengläser?

Wenn der Wasserdampf abgekühlt wird, verwandelt er sich wieder in Wasser. Diesen Vorgang nennt man Verdichtung.

3. Warum werden nasse Gegenstände trocken?

Beobachtungen: a) Wie verfährt man beim Aufhängen der nassen Wäsche? Welche Orte sind für das Aufhängen am günstigsten?
b) Wann geht das Trocknen schnell, wann langsam?
c) Auf welche Weise verschwinden nach einem Regen die Pfützen auf den Straßen? Wie wird der Boden des frisch geputzten Zimmers wieder trocken?
d) Gib auf flache Schalen gleich viel Wasser, Spiritus und Benzin, beachte die Reihenfolge des Verschwindens!
e) Schütte etwas Wasser auf eine Untertasse, die gleiche Menge in ein Tablettenröhrchen; beachte, welche Wassermenge zuerst verschwunden ist!
f) Tauche die Hand in Wasser, halte sie in die Höhe, bis das Wasser verschwunden ist! Was spürst du?

Das Wasser verwandelt sich bei gewöhnlicher Lufttemperatur in Dampf. Diesen Vorgang nennt man Verdunstung. Auch andere Flüssigkeiten verdunsten; doch ist die Geschwindigkeit des Verdunstens verschieden. Sie ist um so größer, je höher die Temperatur und je größer die der Luft ausgesetzte Fläche ist. Bei der Verdunstung wird Wärme verbraucht, also Kälte erzeugt. Diese Kälte heißt Verdunstungskälte.

Aufgaben: a) Erkläre die Wolkenbildung, das Trockenwerden eines geweißten Zimmers, das Dürrwerden von Gras und Klee auf dem Felde, warum der Bauer Klee, Gras und Getreide zum Trocknen eigens ausbreitet, warum Tintengefäße einen Deckel haben, warum man Spiritus- oder Benzinflaschen nie offen stehenlassen darf, warum nasse Strümpfe an den Füßen gesundheitsschädlich sind, warum man an heißen Sommertagen Wasser auf den Fußboden spritzt, warum die Bauern ihre Trinkgefäße bei der Feldarbeit mit nassen Tüchern umgeben!

b) Wie mußt du es anstellen, daß die Butter auch im heißen Sommer längere Zeit frisch bleibt?

c) Vergleiche das Verdampfen mit dem Verdunsten (Temperatur, Ort der Dampfbildung)!

d) Bedeutung der Verdunstung für den Kreislauf des Wassers, für die Pflanzenwelt!

e) Schutzeinrichtungen der Pflanzen gegen zu starke Verdunstung!

Auf dem Eise.

1. Warum wird aus dem Wasser Eis?

Beobachte das Gefrieren des Wassers in Tümpeln, Bächen und Seen! Welche Temperatur zeigt das Thermometer in dem gefrierenden Wasser?

Wenn einem flüssigen Körper Wärme entzogen wird, so wird er fest; der Körper erstarrt. Die Erstarrung beginnt bei einem bestimmten Wärmegrad. Man nennt ihn Erstarrungspunkt. Dieser ist bei ein und demselben Körper gleich, aber bei verschiedenen Körpern verschieden. Wasser erstarrt bei 0°.

Die bei der Erstarrung freigewordene Wärme nennt man Erstarrungswärme.

Aufgabe: Quecksilber erstarrt bei -39^{0}. Bis zu welcher Temperatur kann man demnach das Quecksilberthermometer verwenden?

2. Warum gefriert der Teich nicht bis auf den Grund?

Beobachtungen: a) Wo bildet sich zuerst das Eis?
b) Die obere Eisschicht eines Weihers wird für den Eiskeller einer Bierbrauerei abgehoben. Was kann man nach einer kalten Nacht wieder auf dem Weiher beobachten?

c) Verschließe eine gefüllte Kochflasche mit einem durchbohrten Kork, stecke in die eine Öffnung eine Glasröhre, in die andere ein Glasthermometer. Drücke den Kork so tief in den Hals der Flasche, daß das Wasser in der Röhre einige Zentimeter steigt! Markiere den Stand mit einem Papierstreifen! Stelle die Kochflasche in ein Gefäß, in dem sich ein Gemenge von zerstoßenem Eis und Kochsalz befindet! Beobachte genau das Thermometer!

Bei Abkühlung zieht sich das Wasser bis zu 4° zusammen. Jetzt hat es seine größte Dichte erreicht. Von 4° bis 0° dehnt es sich wieder aus.

d) Fülle ein Gefäß zur Hälfte mit Wasser, die obere Hälfte mit Eisstückchen oder Schnee! Miß mit einem Thermometer die Temperatur des Eises, mit einem anderen Thermometer die des Wassers!

Wasser von 4° ist schwerer als Eis von 0°. Das Wasser liegt daher auf dem Grund, das Eis aber schwimmt oben. Das Wasser gefriert daher immer von oben, weil das Wasser von 0° leichter ist als jenes von 4°. Der Frost dringt aber nicht bis zum Grund, weil das Eis ein schlechter Wärmeleiter ist und dadurch das weitere Eindringen der Kälte verhindert.

In fließenden Gewässern bildet sich häufig Grundeis; hier wird durch die Bewegung des Wassers die ganze Wassermenge bis auf 0° abgekühlt.

e) Fülle ein Glasfläschchen mit Wasser und verschließe es mit einem Kork, der mit einer Schnur oder einem Draht festgebunden wird! Setze das Fläschchen der strengen Winterkälte aus! — Es zerspringt.

Das Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus; aus 10 l Wasser werden 11 l Eis.

Aufgaben: a) Welche Bedeutung hat es für die Natur, daß das Wasser bei 4° seine größte Dichte hat? (Alle Gewässer würden bis auf den Grund gefrieren. Wassertiere? Tauwetter im Frühjahr?)

b) Welche Bedeutung hat es für die Natur, daß sich das Wasser beim Gefrieren ausdehnt? (Verwitterung der Felsen, Lockerung der Gartenerde; warum die Äcker und Gärten möglichst im Herbst umgeackert oder umgegraben werden?)

3. Warum wird aus dem Eis wieder Wasser?

Beobachtungen: a) Bei welcher Temperatur schmilzt das Eis?

b) Bringe in ein Gefäß Eis und stelle die Temperatur fest! Erwärme das Gefäß durch eine Flamme, rühre dabei immer wieder um, miß die Temperatur, bis sämtliches Eis geschmolzen ist!

c) Beobachte, wie die Mutter Butter oder Schmalz schmilzt! — Erwärme etwas Paraffin! Wie macht man es beim „Bleigießen"?

Wird einem festen Körper Wärme zugeführt, so geht er in den flüssigen Zustand über. Diesen Vorgang nennt man Schmelzen. Es beginnt bei einem bestimmten Wärmegrad, dem Schmelzpunkt. Er ist bei ein und demselben Körper immer gleich, bei verschiedenen Körpern aber verschieden.

Die beim Schmelzen verbrauchte Wärme heißt Schmelzwärme.

A u f g a b e n: a) Warum ist die Kälte bei Tauwetter so empfindlich?

b) Warum frieren wir mehr an den Füßen, wenn wir in schmelzendem Schnee gehen als in festem?

c) Warum verwendet der Arzt manchmal Umschläge aus Eisstückchen und nicht bloß kaltes Wasser?

Im E i s s c h r a n k wird die Schmelzwärme des Eises zum Kühlhalten der Speisen ausgenützt. In ein Fach aus Blech wird Eis eingelegt, das durch den Einfluß der warmen Speisen schmilzt. 1 kg Eis braucht zum Schmelzen etwa 80 WE., die den Speisen im Schrank entzogen werden.

4. Warum werden im Winter die Hydrantendeckel mit Viehsalz bestreut?

B e o b a c h t u n g e n: a) Mische Eisstückchen mit Salz! Stelle die Temperatur fest!

b) Fülle ein Probeglas mit Leitungswasser, ein anderes mit Salzwasser! Setze beide stärkerer Kälte aus! — Das Leitungswasser gefriert, das Salzwasser nicht.

Eine Mischung von 27 Gewichtsteilen Kochsalz und 73 Teilen Wasser gefriert erst bei -23^0. Oberhalb -23^0 ist das Gemisch daher flüssig. Bei 0^0 kann das Gemisch ebensowenig fest sein wie irgendein anderer Stoff oberhalb seines Schmelzpunktes. Gibt man daher Salz auf Eis, so muß sich das Gemisch verflüssigen.

Durch Kältemischungen kann man tiefere Temperaturen als 0^0 erreichen.

A u f g a b e n: a) Beantworte die unter Ziffer 4 gestellte Frage! — Warum werden die Weichen der Straßenbahn mit Salz bestreut?

b) Die Stufen zur Haustüre sind durch festgetretenen Schnee ganz vereist. Wie kann man das Eis entfernen? Warum?

c) Eine in das Freie führende Kellertüre oder ein Fenster ist durch herabfließendes Dunstwasser zugefroren. Wie kann man Türe oder Fenster ohne Beschädigung öffnen? (Man streut Salz am unteren Rand entlang.)

d) Warum gefrieren Kartoffeln und Äpfel leicht? (Enthalten viel Wasser.) — Warum gefrieren sie aber nicht schon bei 0^0? (In dem Wasser ist Zucker, Gummi mit Stärkemehl enthalten. Diese Lösung hat ebenfalls einen tieferen Gefrierpunkt als Wasser. Daher vermögen diese Früchte Kälte bis zu -30^0 zu überdauern.)

e) Warum mischt man das Kühlwasser des Automotors im Winter mit Glyzerin oder Glykol? (Es entsteht eine Mischung, deren Gefrierpunkt tiefer liegt als 0^0, bei Glyzerin -20^0.)

Die Dampfmaschine.

1. Wie der Dampf erzeugt wird.

B e o b a c h t u n g: Bringe in einem Probeglas Wasser zum Sieden! Sobald Dampf aufsteigt, setze einen Pfropfen l o s e auf! Beobachte!

Durch Erhitzen verwandelt sich das Wasser in Dampf. Dieser hat das Bestreben, sich auszudehnen (1 l Wasser = 1700 l Wasserdampf). Dadurch übt er einen Druck aus. Der Druck wird Spannkraft genannt. Durch die Spannung kann der Dampf Arbeit leisten.

Bei der Dampfmaschine geschieht das Erhitzen des Wassers im Dampfkessel. Dieser besitzt einen Wasserstandsanzeiger. Der Dampfdruck wird mit dem Manometer überwacht. Ein Sicherheitsventil sorgt dafür, daß die Spannung im Kessel nicht zu groß wird.

2. Wie der Dampf arbeitet.

Der Dampf sammelt sich im Dampfdom. Von hier aus wird er zu den beiden Dampfkammern geleitet, in denen sich der Schieberkasten vor- und rückwärts bewegt. Durch die Bewegungen des Schiebers wird der Dampf bald von der einen, bald von der anderen Seite hinter den Kolben geleitet. Dadurch wird der Kolben hin

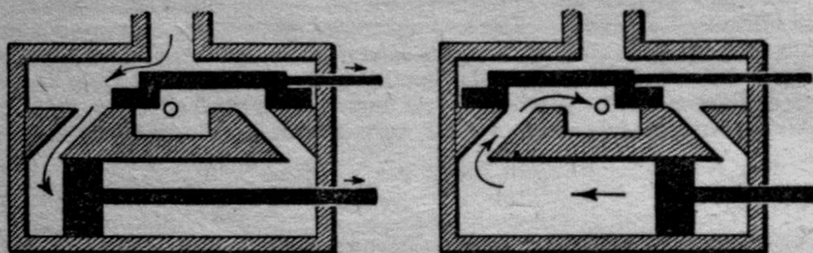


Abb. 37

und her geschoben. Der Dampf entweicht dann durch das Auspuffrohr (Abb. 37). Die Bewegung der Kolbenstange wird auf die Räder der Dampfmaschine übertragen, die sich in drehende Bewegung setzen (Abb. 38).

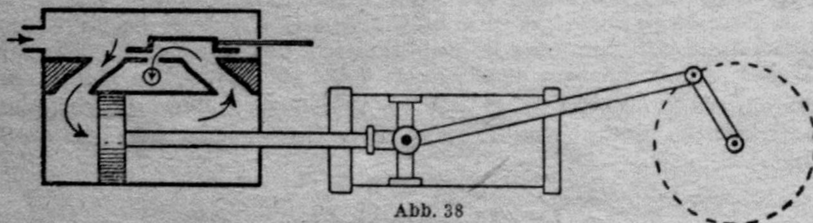


Abb. 38

Aufgabe: Erkläre den Weg des Dampfes in Abb. 38! — Fertige nach dieser Abbildung ein Flachmodell! Die gestrichelten Teile der Zeichnung werden fest mit einer Unterlage verbunden, Schieber und Kolben bleiben beweglich.

3. Wie groß ist die Arbeit des Dampfes?

1 at ist der Druck von 1 kg auf 1 qcm (s. Seite 26). Der Dampfdruck ist aber größer. Steht der Kolben unter einem Druck von z. B. 15 at, so drückt von der anderen Seite her der entspannte Dampf mit 1 at. Für die Kolbenbewegung ist also nur der Überdruck des Frischdampfes wirksam, hier also 14 at.

Ist der Dampfdruck 14 at = 14 kg/qcm und beträgt die Kolbenfläche $^1/_8$ qm = 1250 qcm, so ist die den Kolben bewegende Kraft 1250 · 14 kg = 17 500 kg. Ist der Kolbenweg im Zylinder (= Kolbenhub) 0,50 m, so ist die bei einem Kolbenhub geleistete Arbeit 17 500 · 0,5 = 8750 kg. Erfolgt der Kolbenhub in ½ sec., so ist die Leistung der Maschine 8750 · 2 = 17 500 mkg/sec., das sind 17 500 : 75 = ca. 230 PS.

Aufgaben: a) Welcher Druck wird auf einen Kolben bei 3 atü und 30 cm Kolbendurchmesser ausgeübt? Wie groß ist die Leistung, Kolbenhub = 0,5 m, Zeit = 1 sec.? Warum wird nicht die gesamte Leistung in nutzbare Arbeit umgesetzt? (Reibung, Wärmeverluste.)

b) Welche Arbeitsmaschinen werden durch eine Dampfmaschine angetrieben in Werkstätten, Fabriken, auf dem Bauernhof? Berichte über eigene Beobachtungen.

c) Unsere Dampfdreschmaschine.

Vom Auto.

1. Mit welchem Betriebsstoff fahren Auto und Motorrad?

Beobachtungen: a) an Tankstellen! Namen!

b) In ein Probegläschen einige ccm Benzin geben, etwas gefärbtes Wasser daraufgießen! Es fällt durch das Benzin; warum? — Vom Besitzer eines Dieselmotors etwas Gasöl besorgen, den gleichen Versuch machen! Unterschied?

Es gibt Leicht- und Schweröl; die unterscheidende Bezeichnung ist auf den verschieden hohen Siedepunkt zurückzuführen.

c) Ein Tablettenröhrchen randvoll mit Benzin füllen und entzünden! Es brennt mit stark rußender Flamme = Kohlenstoff. Wenn die Flamme kleiner wird, ein trockenes Glas darüberhalten, es beschlägt sich mit Wasser; der Sauerstoff stammt aus der Luft, der Wasserstoff aus dem Benzin.

Benzin ist ein Kohlenwasserstoff.

Über die Gewinnung künstlicher Kraftstoffe siehe Seite 114.

2. Wie geschieht die Verbrennung des Benzins?


Abb. 39

Beobachtung: In eine Pappröhre, wie sie zum Versand von Bildern verwendet wird, schneiden oder brennen (mit glühendem Draht) wir etwa 8 cm vom unteren Rand entfernt eine kleine Öffnung hinein (Abb. 39). In das Innere geben wir eine kleine Kartoffel oder einen Kork. Vor dem Gebrauch ist die Röhre gut an der Sonne oder am Ofen zu erwärmen. Dann geben wir etwa 10—12 Tropfen Benzin hinein (die Anzahl muß durch Versuch ausprobiert werden; sie richtet sich nach der Größe und Weite der Röhre), verschließen mit dem Deckel und schütteln nun den Kork oder die Kartoffel tüchtig hin und her, wobei wir mit dem Daumen der linken Hand die kleine Öffnung am unteren Ende geschlossen halten. Hat der Kork Benzindampf und Luft gut gemischt, so entzünden wir das Gemisch mit einem brennenden Zündholz an der kleinen Öffnung. Mit heulendem Geräusch reißt es den Deckel weg. (Kork und Kartoffel werden nicht fortgeschleudert; sie haben nur die Aufgabe, Luft und Benzindampf zu mischen. — Der Versuch ist harmlos, gelingt aber nur, wenn die erforderliche Anzahl von Benzintropfen durch Ausprobieren festgestellt ist.)

Im Zylinder des Motors verbrennt ein Gemisch von Benzindampf und Luft in einer Explosion. Dadurch entsteht eine Kraft, die Arbeit zu leisten vermag. Motore, in denen das Gas auf eine derartige Weise verbrennt, heißen Explosions- oder Verbrennungsmotore.

3. Welche Arbeit hat die Explosion zu leisten?

a) Die Arbeit im Zylinder.

Erkläre die Arbeitsvorgänge im Zylinder mit Hilfe folgender Übersicht und der Abb. 40!

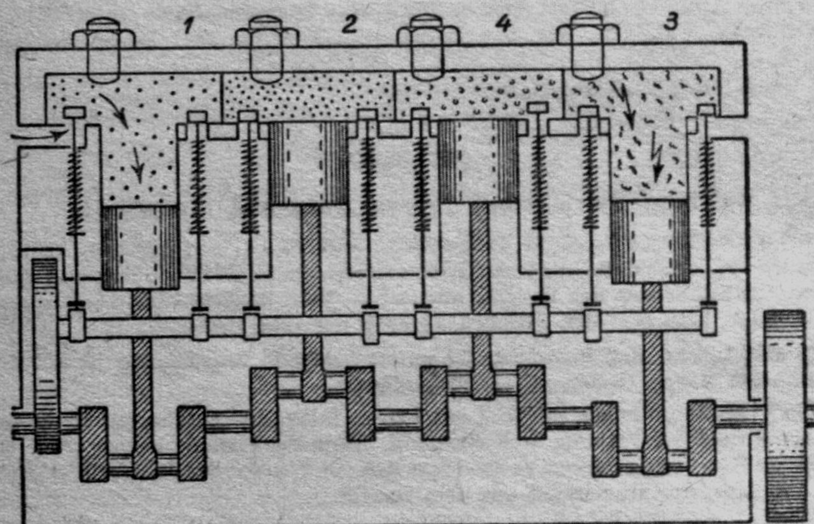


Abb. 40

Übersicht

	Kolben-bewegung	Einlaß-ventil	Auspuff-ventil	Das Gas-Luft-Gemisch
1. Takt	abwärts	auf	zu	wird angesaugt
2. Takt	aufwärts	zu	„	„ verdichtet
3. Takt	abwärts	„	„	„ entzündet und dehnt sich aus
4. Takt	aufwärts	„	auf	die Abgase entweichen

Die Vorgänge im Zylinder vollziehen sich in 4 Takten: Ansaugen — Verdichten — Arbeiten — Auspuffen. Darum redet man von Viertaktmotoren. Aber nur im 3. Takt, wenn die Gase verbrennen, wird antreibende Kraft erzeugt.

Der Dieselmotor saugt reine Luft an. Sie wird so stark verdichtet, daß sie durch das Zusammenpressen glühend heiß wird. Jetzt wird staubfein verteilter Brennstoff eingespritzt. Eine besondere Zün-

dung ist nicht notwendig; denn der Brennstoff entzündet sich, sobald er mit der glühend heißen Luft in Berührung kommt.

b) Verbindung von mehreren Zylindern. Um eine gleichmäßige Leistung zu erzielen, läßt man mehrere Zylinder an einer Stelle arbeiten (s. Abb. 40). Die Arbeitstakte wechseln ab; ist der 1. Zylinder im 1. Arbeitstakt, so ergibt sich folgende

Übersicht

1. Zylinder	2. Zylinder	3. Zylinder	4. Zylinder
I	II	III	IV
II	III	IV	I
III	IV	I	II
IV	I	II	III

Verbindet man noch mehr Zylinder in einem Motor, so überschneiden sich die Arbeitstakte. Die Arbeit des Motors wird nicht nur gleichmäßiger, sondern auch größer.

c) Die Ventilsteuerung. Jedes Ventil darf nur während eines der vier Arbeitstakte offen sein; während der drei anderen ist es geschlossen. Das geschieht durch Vorsprünge an der Steuerwelle, sog. Nocken (s. Abb. 40). Das Öffnen der Ventile geschieht durch die Nocken, ihr Schließen durch Federn (s. Abb. 40).

4. Welche Aufgabe hat der „Kühler“?

Beobachtungen: a) Beim Aufpumpen eines Fahrradschlauches wird die Pumpe warm; warum?

b) Beobachte, wie Autofahrer am Brunnen halten und Wasser einfüllen!

Das Verdichten des Brennstoffgemisches und dessen Verbrennung erzeugen eine gewaltige Wärme. Kolben, Zylinder, der ganze Motor werden stark erhitzt. Diese Wärmemengen werden durch Luft- oder Wasserkühlung beseitigt.

Aufgaben: a) Was kostet 1 km Autofahrt? Adler 6/30; 1,5 l Inhalt; 3300 Mark. Anschaffungspreis; 10 l Brennstoffverbrauch auf 100 km.

Feststehende Kosten: Abschreibung 20% des Wagenpreises, Verzinsung 3%, Haftpflichtversicherung 95 Mark, Garagenmiete 220 Mark.

Veränderliche Kosten: Brennstoffkosten für 6000 km im Jahr, 1 l zu 42 Rpf.; 25 l Öl, 1 l zu 1,60 Mark; Reifenverbrauch 50 Mark, Pflege 10% des Wagenwertes.

b) Wozu verwendet man „Tankholz“?

Nikolaus August Otto (1832—1891) erfand den Viertaktmotor, ohne den es heute kein Auto, kein Flugzeug gäbe. In seinem Betrieb arbeitete 1872—1882 Gottlieb Daimler, der ganz Außerordentliches für die Verbesserung des Motors leistete. Unterstützt wurde er von dem Ingenieur Wilhelm Maybach. Karl Benz in Mannheim beschäftigte sich mit ähnlichen Arbeiten. Einen ganz großen Fortschritt verdanken wir dem Ingenieur Eugen Diesel (1858—1913). Seine Erfindung trägt auch seinen Namen: Dieselmotor.

Der Spiegel.

Warum sehen wir im Spiegel unser Bild?

B e o b a c h t u n g e n: a) Stelle dich vor einen Wandspiegel, vor polierte Möbel, vor die Glasscheibe eines geöffneten Fensters, an das Ufer eines Teiches und beobachte!

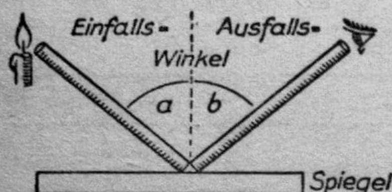


Abb. 41

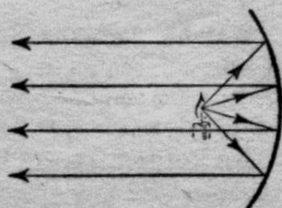
b) Lege auf den Tisch einen Spiegel (Abb. 41), darauf eine rechtwinklig gebogene Röhre aus Papier oder Pappe, die an dem Berührungspunkt mit dem Spiegel offen ist! Halte an das eine Ende der Röhre eine Kerze, blicke durch das andere Ende gegen den Spiegel! Wenn du die beiden Röhrenhälften richtig hältst, siehst du die Kerze.

Lichtstrahlen, die auf einen undurchsichtigen Körper fallen, werden zurückgeworfen. Der Einfallswinkel der Strahlen ist gleich dem Ausfallswinkel. Wir sehen uns in dem Spiegel, weil die Strahlen in der gleichen Anordnung zurückgeworfen werden, in der sie auffallen. Körper mit rauher Oberfläche spiegeln nicht, weil sie die Lichtstrahlen zerstreuen.

A u f g a b e n: a) Beweise vor einem Spiegel den Satz: Im Spiegelbild sind rechts und links vertauscht! — Warum verschwindet unser Spiegelbild, wenn wir rechts oder links vom Spiegel zur Seite treten?

b) 2 Personen stehen so vor einem Spiegel, daß die eine von rechts, die andere von links her in den Spiegel sieht. Was sieht jede? Warum?

c) Im Schulzimmer fällt das Licht von links ein. Stelle die linke Hand auf die Handkante, führe mit der rechten Hand senkrecht ein weißes Blatt Papier gegen die Handschatten, beobachte!



Zurückwerfung der Lichtstrahlen im Hohlspiegel

Abb. 42

Der Motorradfahrer hat an seiner Lenkstange einen Rückspiegel. Dieser ist nach außen gewölbt. Solche Spiegel nennt man e r h a b e n e S p i e g e l. In ihnen entstehen verkleinerte, aufrechte Bilder.

Der Rasierspiegel ist ein H o h l s p i e g e l. Er ist nach innen gewölbt. Wenn man nahe an ihn herantritt, sieht man sich vergrößert. Man findet ihn in den Fahrrad-, Auto- und Lokomotivlampen, in den Scheinwerfern der Schiffe und der Leuchttürme (Abb. 42).

Vom Augenglas.

Warum tragen manche Leute Augengläser?

1. B e o b a c h t u n g e n: Halte einen Bleistift, einen Griffel, einen Stab schräg in ein Glas Wasser und beobachte von der Seite! — Beobachte schräg im Wasser stehende Schilfstengel! — Lege eine Glasplatte auf eine Schrift und beobachte schief, auch senkrecht!

Wenn die Lichtstrahlen schräg aus der Luft in Wasser oder Glas gehen, werden sie gebrochen. Wenn sie senkrecht auffallen, geschieht dies nicht.

Aufgaben: a) Vom Ufer aus gesehen scheinen die Gewässer weniger tief zu sein als in Wirklichkeit. Woher kommt die Täuschung? Wie kann man die Tiefe richtig schätzen?

b) Wenn die Räder eines Wagens nur halb im Wasser stehen, erscheinen sie nicht mehr rund; warum?

c) Wenn ein Badender in das Wasser geht, so scheinen sich seine Beine zu verkürzen; warum?

d) Erkläre: Infolge der Strahlenbrechung sehen wir die Sonne (auch die Sterne) höher am Himmel, als sie in Wirklichkeit stehen! Warum wird dadurch der Tag sowohl morgens als auch abends verlängert?

e) Vergleiche die Brechung des Lichtes mit der Zurückwerfung!

2. Beobachtung: Sammle verschiedene Brillengläser! Halte sie bei Sonnenbestrahlung über ein Blatt Papier, achte auf die Verteilung von Licht und Schatten, betrachte nahe und entfernte Gegenstände durch die Brillengläser!

Es gibt erhabene und Hohllinsen (Abb. 43). Die erhabenen Linsen sind in der Mitte dicker, die Hohllinsen am Rand.

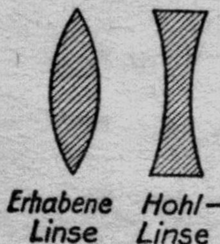


Abb. 43

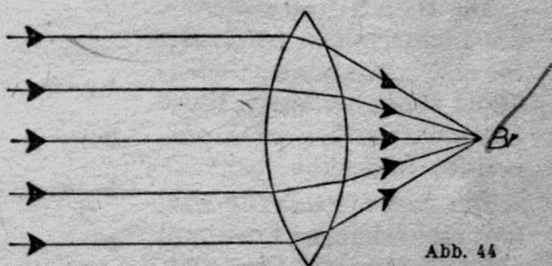


Abb. 44

Die erhabene Linse sammelt alle Lichtstrahlen, die parallel zur Achse auftreffen, und bricht sie so, daß sie in einem Punkt hinter der Linse vereinigt werden (Abb. 44). Dieser Punkt heißt Brennpunkt (Br.). In diesem Punkt sammeln sich die Sonnenstrahlen zu so großer Wärme, daß sie leicht brennbare Stoffe (z. B. Papier) entzünden. Die erhabene Linse heißt daher Sammellinse oder Brennglas.

Betrachten wir die Buchstaben eines Buches durch eine erhabene Linse, so erscheinen sie vergrößert. Daher kann man diese Linse auch als Vergrößerungsglas benützen (Abb. 45).

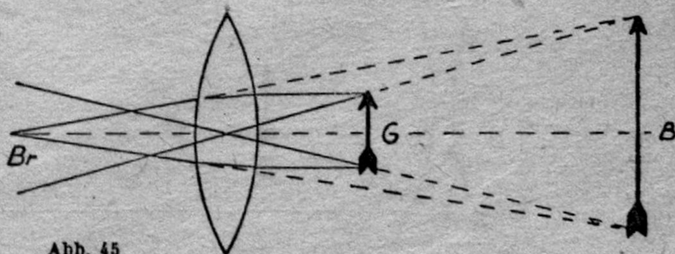


Abb. 45

Durch die erhabene Linse entsteht von einem entfernten Gegenstand hinter der Linse ein umgekehrtes, verkleinertes Bild (Abb. 46 a) (Photoapparat) und von einem nahen Gegenstand

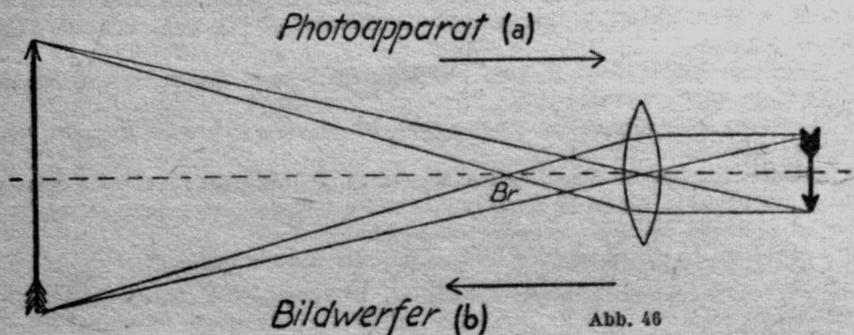


Abb. 46

hinter der Linse in größerer Entfernung ein umgekehrtes, vergrößertes Bild (Abbildung 46 b) (Kino).

Die Hohllinse zerstreut die Lichtstrahlen (Abb. 47). Sie erzeugt von einem Gegenstand ein näher an der Linse gelegenes verkleinertes, aufrechtes Bild (Abb. 48).

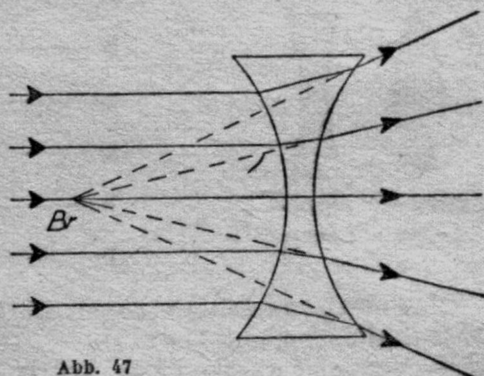


Abb. 47

Der Scheinwerfer enthält eine erhabene Linse und einen Hohlspiegel. Die Lichtquelle ist Elektrizität. Sie steht im Brennpunkt der Linse. Die Lichtstrahlen treten parallel zur Achse aus. Hinter der Lichtquelle steht der Hohlspiegel, und zwar so, daß die Lichtstrahlen von seinem Brennpunkt ausgehen.

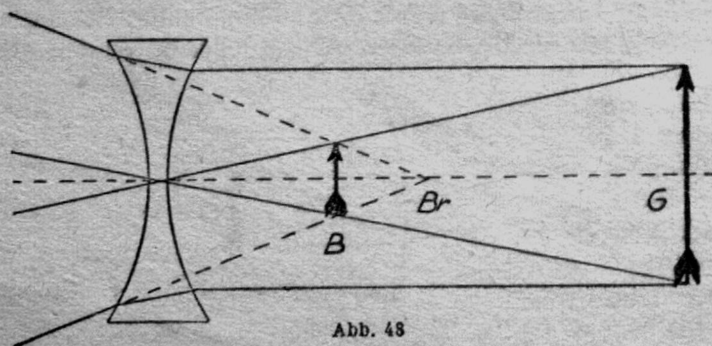


Abb. 48

3. Das Auge. Benenne die Teile des Auges! (Abb. 49.) Beschreibe den Strahlengang!

Unser Auge hat eine erhabene Linse. Durch sie werden die Strahlen gebrochen; sie gelangen auf die Netzhaut. Hier entsteht ein verkleinertes, umgekehrtes Bild. Wir sehen den Gegenstand aber nicht umgekehrt, weil das Gehirn den ausgeübten Reiz in der gleichen Richtung nach außen verfolgt, in der er in das Gehirn gelangt ist.

Die Linse hat die Fähigkeit, sich zu wölben und zu verflachen. Sie wölbt sich beim Sehen in der Nähe und verflacht sich beim Sehen in die Weite. Deshalb fällt in einem gesunden Auge das Bild eines Gegenstandes immer auf die Netzhaut.

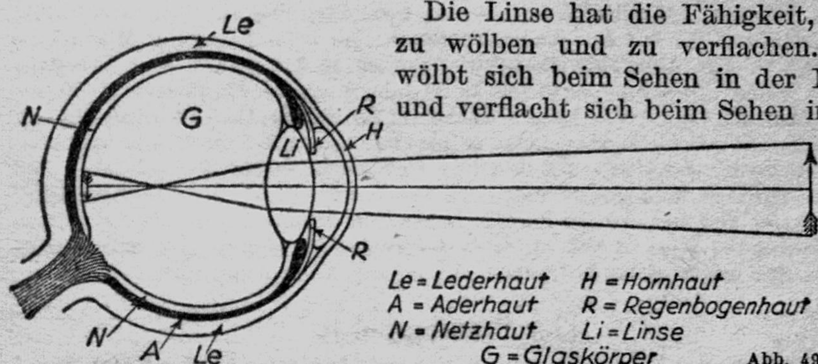


Abb. 49

Beim kurzsichtigen Auge ist die Augenachse zu lang; deshalb entsteht das Bild vor der Netzhaut. Der Kurzsichtige braucht daher eine Linse, die die Strahlen zerstreut, damit sie sich erst später zu einem Bild vereinigen (Abb. 50) = Hohllinse.

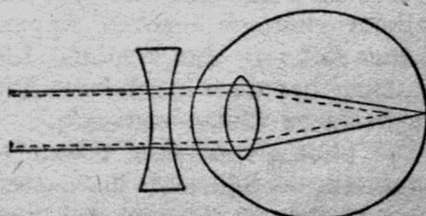

Augenglas für das kurzsichtige Auge

Abb. 50

Beim weitsichtigen Auge ist bei Übersichtigkeit die Augenachse zu kurz, bei Alterssichtigkeit die Linse zu flach. Deshalb würde das Bild hinter der Netzhaut entstehen. Der Weitsichtige braucht daher in beiden Fällen eine Linse, die die Strahlen stärker bricht, damit sie sich eher zu einem Bilde vereinigen (Abb. 51) = Sammellinse.

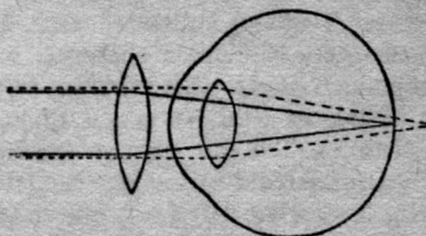

Augenglas für das weitsichtige Auge

Abb. 51

Erhabene Linsen finden wir auch im Mikroskop, im Fernglas und im Fern-

rohr. Doch sind das keine einfachen Linsen mehr, sondern kunstvoll zusammengestellte Linsengruppen.

Ernst Abbe (1840—1905) stammt aus einer sehr ärmlichen Familie. Aber seine Begabung war so ungewöhnlich, daß der Vater große Opfer auf sich nahm, um seinen Sohn studieren lassen zu können. Er machte die Reifeprüfung mit 17 Jahren mit solchem Erfolg, wie man es an dieser Schule noch nie erlebt hatte. Mit 23 Jahren wurde er Universitätsprofessor in Jena. Hier wurde er mit Karl Zeiß bekannt, der optische Instrumente herstellte, aber lediglich nach Gefühl und Erfahrung. Er bat den jungen Professor, ihm beim Bau guter Mikroskope behilflich zu sein. Abbe löste die Schwierigkeiten, so daß man in Jena unbestritten die besten Mikroskope herstellte. In 25 Jahren wurden für 10 Mill. M. Mikroskope verkauft. 1875 wurde Abbe Teilhaber an der Fabrik, 1889 alleiniger Besitzer und Leiter. Er hat nie vergessen, daß er aus einer armen Arbeiterfamilie stammte. Der Universität Jena schenkte er reiche Geldmittel, ferner den gesamten Bau einer Sternwarte. Sein ganzes Vermögen vermachte er der „Karl-Zeiß-Stiftung" für Arbeiter und Beamte der Fabrik. Das waren damals 2 Mill. M., bei seinem Tode betrug der Wert 10 Mill. M. Seine Bescheidenheit ging so weit, daß er nicht eine einzige seiner vieler Stiftungen mit seinem Namen benannte.

Der Photoapparat.

Wie kann man mit dem Photoapparat naturgetreue Bilder herstellen?

Beobachtung: Entferne an einem Zigarrenkistchen die Stirnwand, setze dafür Ölpapier ein! Durch die gegenüberliegende Mitte der Wand bohre eine Öffnung, 1 mm groß! Zimmer verdunkeln! Eine Kerze so aufstellen, daß sich deren Flamme in gleicher Höhe mit der kleinen Öffnung befindet! Auf dem Ölpapier entsteht ein umgekehrtes Bild der Flamme. (Siehe Abb. 46a!)

Beim photographischen Apparat befindet sich an Stelle der kleinen Öffnung eine erhabene Linse, an Stelle des Ölpapiers eine Mattscheibe; diese wird beim Photographieren durch eine lichtempfindliche Platte ersetzt.

Die photographischen Filme und Platten enthalten ein lichtempfindliches Silbersalz in feinster Verteilung. Fällt Licht auf einzelne Stellen, so scheidet sich hier metallisches Silber aus. Dieses sieht schwarz aus, weil es in kleinsten Teilchen aufliegt. Dieser Vorgang wird durch die Belichtung jedoch nur eingeleitet. Der Film oder die Platte kommt dann in eine Entwicklerflüssigkeit, in der der Vorgang vollendet wird. In einem sog. Fixierbad wird das unzersetzte Silbersalz entfernt, so daß ein Bild entsteht, in dem diejenigen Bildstellen schwarz erscheinen, die in Wirklichkeit hell sind. Dieses Bild ist gegen Licht nicht mehr empfindlich.

Nun werden die Abzüge gemacht. Zu diesem Zweck legt man das Umkehrbild mit seiner Schichtseite auf lichtempfindliches Papier. Nun wird belichtet, entwickelt und fixiert; dadurch entsteht das eigentliche Bild.

Aufgaben: Vergleich zwischen Auge und Photoapparat. — Bedeutung der Photographie für die Familie, für die Schule, für Kunst und Wissenschaft usw.!

Im Kino.

Warum erscheinen uns die Bilder im Kino voll Leben und Bewegung?

1. Der Bildwerfer.

Beobachtung: Bestimme mit Hilfe einer brennenden Kerze und eines Papierschirmes in einem verdunkelten Zimmer Brennpunkt und Brennweite einer erhabenen Linse! Stelle die Kerze nun außerhalb der Brennweite, aber in nicht zu großer Entfernung vom Brennpunkt so auf, daß das entstandene Bild auf dem Papierschirm aufgefangen wird! Zeichne auf eine Glasplatte eine Figur (Baum, Haus, Kopf, Blume) und stelle dieses Glasbild an Stelle der Linse! Die Linse so weit von der Platte entfernen, als die Glasplatte von der Kerze entfernt ist! Den Schirm so aufstellen, daß ein deutliches Bild entsteht! (Siehe Abb. 46b!)

Der Bildwerfer erzeugt auf einer weißen Wand stark vergrößerte Bilder. Wegen dieser Vergrößerung muß das in den Apparat eingelegte Bild stark beleuchtet werden. Das Licht geht von einer starken elektrischen Glühlampe aus und wird durch einen Hohlspiegel nach vorn geworfen.

Aufgabe: Warum müssen die Bilder umgekehrt eingelegt werden? — Handhabung des Schulapparates!

2. Das Laufbild.

Beobachtungen: a) Schwinge ein brennendes Zündholz, einen glühenden Draht rasch im Kreise! — Beobachte, ob du bei einem sich schnell drehenden Fahrrad die einzelnen Speichen unterscheiden kannst!

b) Richte den Daumen deiner rechten Hand nach oben, betrachte ihn und kneife dazu abwechselnd rasch das rechte und das linke Auge zu! Erkläre!

Damit unser Auge deutlich ein Bild vom anderen unterscheiden kann, muß dazwischen eine kleine Ruhepause liegen. Jedes Bild wirkt in unserem Auge $^1/_{10}$ sec. nach. Wenn also ein neues Bild erscheint, ehe die Nachwirkung des alten verschwunden ist, so verschwimmen die beiden Bilder miteinander.

Im Kino macht man davon Gebrauch. Es werden hier Bilder in so rascher Folge gezeigt, daß noch keine $^1/_{10}$ sec. verstrichen ist, wenn das neue Bild erscheint. Dieses neue Bild zeigt die Handlung in einer Ausführung, die $^1/_{10}$ sec. weiter vorgeschritten ist. In unserem Auge fließen beide Aufnahmen zu einem Bild zusammen, und es entsteht der Eindruck eines Laufbildes.

Die einzelnen kleinen Bildchen befinden sich auf dem Filmstreifen. Im Tonfilm sind Ton und Bild vereinigt; man sieht die Personen nicht nur handeln, man hört sie auch sprechen.

Der Regenbogen.

1. Wie entstehen die Farben des Regenbogens?

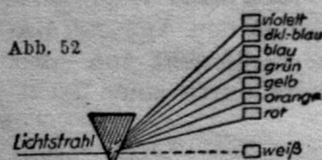
Beobachte: a) die Farben des Regenbogens, die Reihenfolge der Farben von außen nach innen, die Form des Regenbogens, bei welcher Witterung er sichtbar wird, wie Regenbogen und Sonne zum Beobachter stehen, in welcher Himmelsrichtung er vormittags, nachmittags sichtbar ist!

b) Lasse aus einem Gartenschlauch das Wasser als Sprühstrahl ausströmen! Stelle dich so, daß die Sonne im Rücken ist! Was kannst du sehen?

c) Stelle ein mit Wasser gefülltes Wasserglas an die Sonne, fange den farbigen Fleck hinter dem Glas mit einem Blatt weißen Papieres auf!

d) Mache den gleichen Versuch mit einem geschliffenen Glas, bei dem 2 Flächen unter einem spitzen Winkel (= Prisma) zusammentreffen! Halte zwischen Farbfleck und Prisma eine Sammellinse!

Abb. 52



Das Sonnenspektrum

Das Prisma bricht nicht bloß die Sonnenstrahlen, sondern zerlegt sie auch in die 7 Regenbogenfarben (Abb. 52). Das Sonnenlicht ist also nicht einfach, sondern aus 7 Farben zusammengesetzt. Fangen wir diese mit einer Sammellinse auf, so erhalten wir wieder das weiße Sonnenlicht.

Die Ursache der Farbenzerlegung liegt in der verschieden starken Brechung der 7 Farbstrahlen; rot hat den kleinsten, violett den größten Brechungswinkel. Das farbige Band, das durch die Farbenzerlegung entsteht, heißt Spektrum, die einzelne Farbe Spektralfarbe.

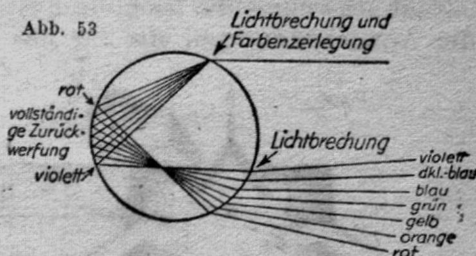
Um die Erforschung des Sonnenspektrums hat sich besonders Josef von Fraunhofer (1787—1826) große Verdienste erworben. Er wurde in Straubing als das 10. Kind eines armen Glasbläsers geboren. Da er seine Eltern schon sehr früh verlor, kam er durch seinen Vormund nach München zu einem Glasschleifer und Spiegelmacher in die Lehre. Er mußte sich zu einer 6jährigen Lehrzeit verpflichten. Von seinem harten und geizigen Lehrmeister wurde er erst durch ein Unglück, den Einsturz des Hauses seines Meisters, befreit. Er kam in die Werkstätten von Reichenbach und Utzschneider, in denen Linsen für Ferngläser und Meßinstrumente hergestellt wurden. Hier verbesserte er die Herstellung des Linsenglases, das Schleifen der Linsen und baute die großen Fernrohre für die Sternwarten. Damit verband er ein eifriges Studieren und Forschen. Dabei entdeckte er, daß in dem Sonnenspektrum eine Menge schwarzer Linien (die sog. „Fraunhoferschen Linien") vorhanden seien. Er zeigte auch den Weg, wie man diese Linien entdecken könne. Er selbst zählte 700, heute sind es 20 000. Auf seinem Grabe stehen die schlichten, aber stolzen Worte: „Er hat uns die Sterne näher gebracht."

Aufgabe: Fertige ein Prisma, in dem du 3 gleich große, rechteckige Glasplättchen mit Wachs zusammenkittest! Fülle es mit Wasser!

2. Warum treten die Farben in einer bestimmten Reihenfolge auf?

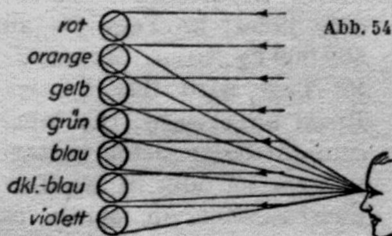
Die Sonnenstrahlen werden in den Regentropfen farbig zerlegt und vollständig zurückgeworfen (Abb. 53). Von den am höchsten stehenden Tropfen sehen wir die Farbe der geringsten Brechbarkeit (rot), von den am tiefsten stehenden Tropfen die Farbe der größten Brechbarkeit (violett). Daher erscheint uns der Regenbogen oben rot, unten violett. Dabei stehen wir zwischen Sonne und Regenbogen (Abb. 54).

Abb. 53



Farbenzerlegung in einem Regentropfen

Abb. 54



Wie der Regenbogen entsteht

Aufgaben: a) Unter welchen Bedingungen sehen wir in den herabfallenden Tropfen eines Springbrunnens einen Regenbogen?
b) Woraus besteht eigentlich der Regenbogen?
c) Warum kann man den Regenbogen nie im Süden sehen?

Wichtige Metalle.

1. Eisen.

a) Eisenerze: Reines Eisen kommt nicht vor; es ist mit Gestein vermischt. Die besten Eisenerze sind jene, die am meisten Eisen enthalten: Magneteisenstein (75%), Roteisenstein (70%), Brauneisenerz (60%), Spateisenerz (50%). In Deutschland finden sich große Mengen von Eisenerzen; doch sind sie meist arm an Eisen. In jüngster Zeit hat man es aber möglich gemacht, auch diese „armen Erze“ zu verarbeiten. Sie finden sich in Oberfranken und im Harzvorland.

b) Gewinnung des Roheisens: Im Hochofen wird aus den Erzen das reine Eisen herausgeschmolzen. Der Hochofen (Abb. 55) ist im Innern aus feuerfesten Steinen gemauert und mit einem Eisengerüst zusammengehalten. Der gesamte Hohlraum des Ofens, Schacht genannt, wird abwechselnd mit Erz und Koks gefüllt. Der oberste Teil des Schachtes heißt Gicht. Der Abschluß erfolgt durch den Fülltrichter. Hier werden ständig Koks und Erze schichtweise nachgefüllt. — Unten brennt das Feuer. Hier schmilzt

das Erz. Das Metall sammelt sich ganz unten als flüssige Masse; darauf schwimmt die leichtere flüssige Schlacke. Hier liegen auch die Abstichöffnungen, die für das Eisen tiefer als jene für die Schlacke. — In den unteren Teil des Schachtes führen noch Röhren, durch die heiße Luft eingeblasen wird.

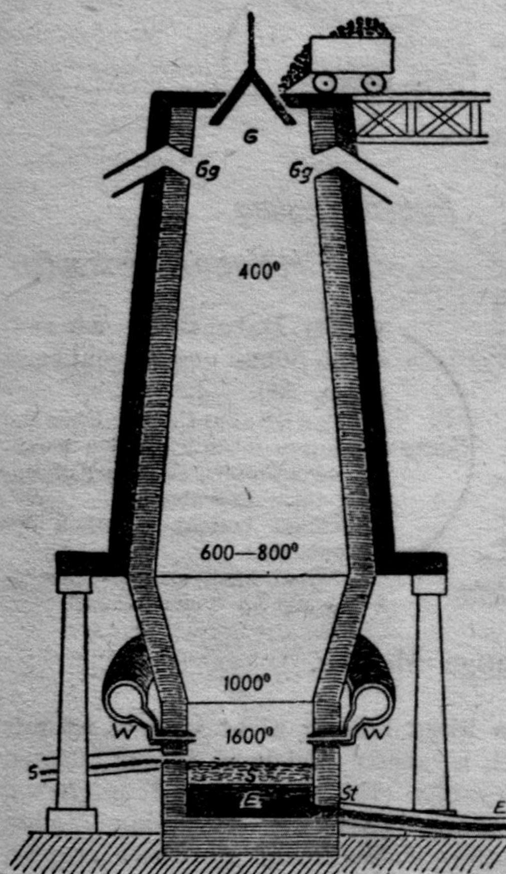


Abb. 55

Wenn der Hochofen einmal „angeblasen" ist, bleibt er viele Jahre hindurch Tag und Nacht im Betrieb. Nur wenn Reparaturen notwendig sind, wird er „ausgeblasen".

Ein neuzeitlicher Hochofen liefert im Tage bis zu 600 000 kg Eisen. Mehrmals im Tage wird das flüssige Eisen abgelassen. Es wird nun entweder gleich weiterverarbeitet oder in Sandformen geleitet, in denen es zu rechteckigen Blöcken erstarrt. — Die Schlacken verwendet man als Baumaterial und Pflastersteine.

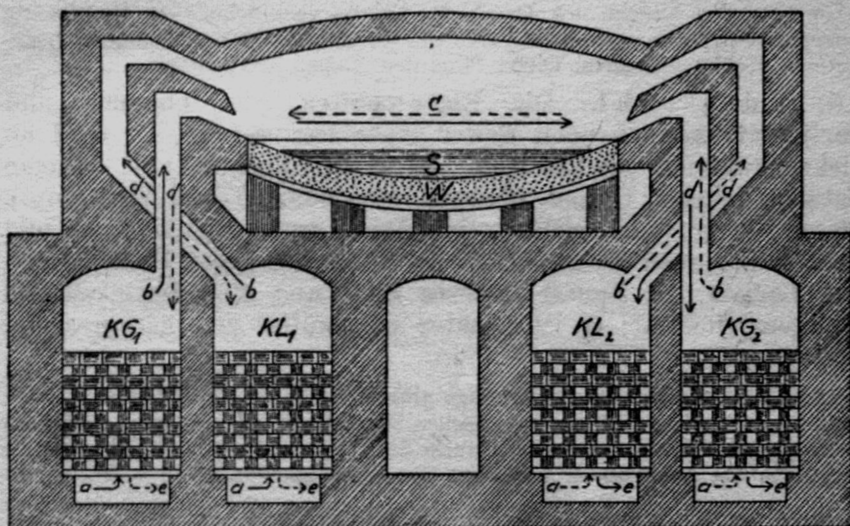
c) Herstellung des schmiedebaren Eisens. Das im Hochofen gewonnene Eisen enthält zuviel Kohlenstoff. Dieser macht das Eisen spröde. Will man es schmiedbar machen, so muß sein Gehalt an Kohlenstoff verringert werden. Dies geschieht in der Bessemer Birne.

Diese ist ein 5—6 m hohes, birnförmiges Gerät, das mit dem aus dem Hochofen kommenden glühenden Eisen gefüllt wird. Zu diesem Zwecke wird die Bessemer Birne in die waagrechte Lage gebracht. Sobald sie sich aufrichtet, wird von der Unterseite her Luft hindurchgepreßt. Dabei verbrennen der Kohlenstoff und andere noch enthaltene Beimen-

gungen. Dadurch entsteht eine solche Hitze, daß das Eisen dauernd flüssig bleibt. Je nachdem man mehr oder weniger Kohlenstoff entfernt, erhält man Schmiedeeisen oder Stahl (Schmiedeeisen enthält bis 0,50 %, Stahl bis zu 2 % Kohlenstoff). In der Bessemer Birne können in 20 Minuten bis zu 15 t Roheisen verarbeitet werden.

Der Kohlenstoff kann auch durch das sog. Thomasverfahren entfernt werden. Dabei wird die Thomasbirne mit einem Futter aus

Siemens-Martin-Ofen im Längsschnitt



KG u. KL = Kammern zur wechselweisen Erwärmung von Gas und Luft
W = Wanne [Herd] S = Schmelze [Eisen]
a = kaltes Gas und kalte Luft b = heißes Gas und heiße Luft
c = Verbrennung d = heiße Abgase e = abgekühlte Abgase
——→ Weg vor und - - - -→ nach Umschaltung des Ofens Abb. 56

Dolomit (= kalkähnliches Gestein) ausgekleidet; ferner wird dem flüssigen Eisen noch gebrannter Kalk beigemischt. Bei diesem Verfahren wird besonders der Phosphor entfernt. Es entsteht eine Phosphor-Verbindung, die als Thomasmehl zum Düngen verwendet wird.

Der Franzose Martin fand durch Versuche, daß sich der Kohlenstoff des Roheisens durch Flammengase und den Rost des Schrottes verbrennen läßt. Dazu erwies sich der von Siemens gebaute Wärmespeicherofen als besonders geeignet (Abb. 56).

Der Ofen enthält auf jeder Seite 2 Kammern. Sie sind aus feuerfesten Schamottesteinen gebaut und weisen mehrere Stockwerke mit durchbrochenen Querwänden auf. Gas und Luft strömen in die beiden Kammern KG_1 und KL_1. Das Gas wird in einer besonderen Gasanlage erzeugt oder durch ein Ferngaswerk zugeleitet. Da die Schamottesteine schon vorher stark erhitzt sind, werden auch Luft und Gas auf eine hohe Temperatur gebracht. Dadurch wird das Verbrennen des Gases gefördert. Die Flammen streichen über die mit Schrott und Roheisen gefüllte Wanne. Die heißen Verbrennungsgase entweichen durch die Kammern KG_2 und KL_2, der größte Teil der Verbrennungswärme wird ihnen durch die Schamottesteine entzogen. Sind diese stark genug erhitzt, so schaltet man den Ofen um. Gas und Luft treten jetzt in die Kammern KG_2 und KL_2 ein und entweichen durch die Kammern KG_1 und KL_1.

Die Flammen bringen den Inhalt der Wanne zum Schmelzen. Gleichzeitig vollziehen sich auch chemische Vorgänge, die Schrott und Roheisen in hochwertigen Stahl umwandeln. Dieser führt den Namen Martinstahl.

d) Edelstahl. Die Eigenschaften von Thomas- und Martinstahl können noch weiter verbessert werden. Er wird im Elektrostahlofen geschmolzen und erhält Zusätze von anderen Metallen (Nickel, Chrom, Mangan, Molybdän, Titan, Vanadium). Dieser Elektrostahl zeichnet sich durch große Reinheit aus und heißt daher auch Edelstahl. Er ist beständig gegen Rost, Säuren und Laugen. Er besitzt höchste Zug- und Biegefestigkeit bei geringem Gewicht; er ist leichter schweißbar und hervorragend magnetisch.

Aufgabe: Mache eine Rasierklinge glühend! Tauche sie in kaltes Wasser; versuche sie zu biegen! Mache den gleichen Versuch noch einmal, lasse die Klinge aber langsam an der Luft abkühlen! Mache den gleichen Versuch mit einem Nagel! Vergleiche das verschiedene Verhalten von Eisen und Stahl!

2. Blei, Zinn und Zink.

Beobachtungen: a) Gib ein Stück von jedem dieser Metalle in einen Blechlöffel und erhitze bis zum Schmelzen! Beobachte die Oberfläche des geschmolzenen Metalles!

Blei und Zinn schmelzen leicht, Zink schwer. Die geschmolzenen Metalle überziehen sich sofort mit einer trüben Haut; der Sauerstoff der Luft verbindet sich mit dem Metall.

b) Versuche die 3 Metalle mit einem Hammer auf harter Unterlage breitzuschlagen! Blei und Zinn dehnen sich leicht, Zink erst, wenn wir es mit einer Flamme stark erwärmen. Daher werden Blei und Zinn zu Platten und dünnen Blättern ausgewalzt. Bei Zink geschieht dies zwischen heißen Walzen.

$^1/_5$ des gesamten Zinkverbrauches geht an die Verzinkereien zum Schutz gegen Rost. Bekannt sind verzinkte Eisendrähte, verzinkte Dachrinnen, verzinkte Geräte in Haushalt und Werkstatt.

Das Blei verwendet man zu Leitungsrohren, Akku-Platten, Kabelmänteln, als Dichtungsmittel, zur Herstellung von Geschossen.

Blei enthält auch die als wertvoller Rostschutz bekannte Mennige; doch verwendet man statt dessen vielfach Kunstharzlacke.

3. Kupfer.

Beobachtung: In eine Untertasse etwas Essig gießen, dazu einige blanke Kupfermünzen so legen, daß sie zur Hälfte aus dem Essig herausragen! Einige Tage hindurch beobachten!

Grünspan entsteht, wenn eine Säure auf Kupfer einwirkt. Grünspan ist sehr giftig. Saure Speisen dürfen daher nie in Kupfergefäßen stehenbleiben. Grünspan entsteht auch an solchem Metall, das nur teilweise Kupfer enthält (Messing, Bronze, Neusilber), daher wird es an vielen Orten durch Leichtmetall, Porzellan, Glas usw. ersetzt.

4. Aluminium und Magnesium.

Beobachtung: Untersuche in einem Probeglas etwas Aluminium mit warmer und kalter Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Natron- und Sodalauge!

Aluminium wurde 1827 das erstemal gewonnen, und zwar von einem Deutschen. Heute erobert sich dieses Metall immer weitere Gebiete zur Anwendung. Aluminium wird aus Tonerde hergestellt. Dies geschieht im elektrischen Flammenofen.

Die Festigkeit und Härte des Aluminiums läßt sich durch Zusatz von anderen Metallen (Kupfer, Silizium, Magnesium, Zink, Nickel) ganz erheblich steigern. Am bekanntesten ist das Duraluminium.

Dem reinen Magnesium fehlt die für ein Werkmetall nötige Festigkeit. Wenn es aber mit geringen Mengen anderer Metalle gemischt wird, ergibt sich trotz des geringen Gewichtes eine ganz hervorragende Festigkeit. Die bekannteste Mischung dieser Art ist Elektron.

Aufgaben: a) Stelle die Verwendung von Aluminium 1. im Haushalt, 2. als Verpackungsmaterial, 3. in der Elektrotechnik fest!

b) Putze ein Stück Aluminium und lasse es einige Zeit an der Luft liegen! (Es verbindet sich der Sauerstoff der Luft mit dem Metall; die dünne Schicht schützt es gegen weitere Angriffe der Luft.)

c) Vergleiche das Artgewicht der beiden Metalle mit dem anderer Metalle! Warum heißen sie „Leichtmetalle"?

5. Die Kunststoffe.

Beobachtung: Welche Gebrauchsgegenstände des Haushalts sind weder aus Holz, noch Porzellan, Metall und Glas? (Z. B. Knöpfe, Kämme, Schirmgriffe ...)

Die Kunstharze können in weitem Umfang Metalle ersetzen. Von den drei Rohstoffquellen Kasein (= Topfen: Galalith), Holz (Zelluloid, Zellon, Zellophan, Vulkanfiber) und Kohle kommt dieser die größte Bedeutung zu. Dem Steinkohlenteer gewinnt man durch Erhitzen jene Stoffe ab, die dann zu den Kunstharzen verarbeitet werden.

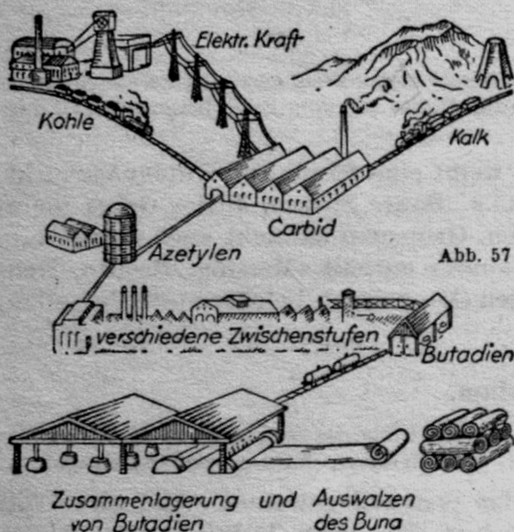


Abb. 57

Die Erfindung des Kunstkautschuks (Buna) wurde für die Motorisierung von ganz besonderer Wichtigkeit. Kohle und Kalk sind seine Ausgangsstoffe (Abb. 57). Er ist widerstandsfähiger gegen Abreibung und Alterung, gegen Benzin und Benzol als der Naturkautschuk.

Vom Glas und Porzellan.

1. Vom Glas.

Beobachtungen: a) Versuche Glasscherben mit einem „Glasschneider" zu ritzen und entsprechend zu brechen! (Vorsicht!)
b) Versuche Glasröhrchen „abzuschneiden", indem du mit einer scharfkantigen Feile Striche querüber machst, dann die Röhre mit beiden Händen anfaßt (Feilstrich nach außen gekehrt) und so abbrichst!
c) Beseitige den scharfen Rand abgeschnittener Glasröhren durch Erhitzen des Randes in heißer Flamme unter beständigem Umdrehen bis zum Schmelzen der Kanten, wobei sich diese von selbst abrunden!
d) Biege Glasröhren, indem du sie unter beständigem Umdrehen allmählich an der Stelle erhitzt, wo sie gebogen werden sollen. Versuche nach einiger Zeit unter schwachem Druck, ob die Röhre nachgibt, und biege sie, wenn dies der Fall ist, zur gewünschten Form!
e) Versuche ein Glasrohr zur Spitze auszuziehen, indem du es in heißer Flamme unter beständigem Umdrehen allmählich an der Stelle erhitzt, wo es auseinandergezogen werden soll! Wird das Glas weich, so ziehe das Rohr in entgegengesetzten Richtungen auseinander, lasse erkalten und schneide an der dünnsten Stelle mit der Schere durch.
f) Beobachte die Vorführungen der Kunstglasbläser aus dem Thüringer Wald in Schulen und auf Jahrmärkten!
g) Chemische Stoffe aller Art, auch ätzende (Säuren, Laugen), werden in Glasgefäßen aufbewahrt. Welche Einwirkungen dieser Stoffe auf das Glas sind festzustellen?

Glas ist eine sehr harte, spröde, durchsichtige, schmelzbare, gegen chemische Stoffe aller Art äußerst widerstandsfähige Masse. Zu seiner Herstellung werden folgende Rohstoffe benötigt: Quarzsand (enthält den eigentlich glasbildenden Stoff = Kieselsäure, schmilzt allein sehr schwer), Soda oder Pottasche (= Laugen, dienen als Flußmittel, d. h. sie fördern das Schmelzen des Quarzes) und Kalk (als Füllstoff, verleiht dem Glas Härte, Glanz und Haltbarkeit). Diese Rohstoffe werden zerkleinert, gemischt und im Glasofen in feuerfesten Häfen oder Wannen bei 1400—1500° C geschmolzen, dann bei niedrigerer Temperatur geläutert und, wenn die Glasmasse „spinnt", zur Verarbeitung entnommen.

Hohlglas (Flaschen, Trink-, Einmach-, Thermometergläser, Glühlampenkolben) wird hauptsächlich durch Blasen erzeugt. Dies geschieht vielfach noch mit der Glasbläserpfeife, einem oben mit Holzgriff und Mundstück versehenen Eisenrohr. Der Glasbläser nimmt damit eine entsprechende Menge heiße, zähe Glasmasse aus dem Ofen und gibt ihr durch Drehen, Schwenken oder Rollen, Aufblasen, Drücken, Aufsetzen oder Einblasen in Formen die Form des herzustellenden Gegenstandes. Im Großbetrieb wird der Glasbläser durch Blasmaschinen ersetzt.

Preßglas entsteht durch Einpressen der Glasmasse in eiserne Formen.

Flachglas (Fensterglas, Tafelglas) wird durch Auswalzen auf Maschinen hergestellt. Spiegelglas wird außerdem noch glattgeschliffen und poliert.

Kristallglas ist gepreßtes und geschliffenes bleihaltiges Glas von hohem Glanze und großer Schwere.

Chemische Gläser und Glaskochgeschirr zeichnen sich durch besondere Widerstandsfestigkeit gegen plötzlichen Temperaturwechsel aus. (Gewöhnliches Glas springt hiebei leicht!)

Optische Gläser (Linsen-, Brillengläser usw.) sind sehr gleichmäßig und zeigen großes Lichtbrechungsvermögen.

Milchglas entsteht, wenn der Glasmasse Porzellanerde oder Knochenkalk beigemischt werden.

Farbgläser werden durch mineralische Farbzusätze erhalten.

Email ist ein Überzug harten, farbigen Glases auf Metallen.

Splittersicheres Glas (Sicherheitsglas) besteht entweder aus zwei aufeinandergepreßten Glasplatten, deren Zwischen-

schicht die Glassplitter festhält, oder aus einer Glasmasse, die beim Anprall nicht in Splitter, sondern in viele kleine Körnchen zerfällt.

Aufgaben: a) Wozu werden die verschiedenen Glasarten verwendet?
b) Die Hauptgebiete der Glaserzeugung in Deutschland!

Glas war schon den Römern bekannt. Aber noch im Mittelalter galt seine Verwendung bei uns als Luxus. Am berühmtesten war damals venezianisches Glas.

2. Vom Porzellan.

Beobachtungen: a) Versuche Porzellanscherben mit harten Gegenständen zu ritzen!
b) Lege Porzellanscherben in ätzende Flüssigkeiten (Säuren, Laugen)!
c) Versuche zerbrochene Porzellangefäße mit entsprechenden Bindemitteln (Porzellankitt, Alleskitt) zu kitten!
d) Schalte in den Stromkreis einer Taschenbatterie ein Stück Porzellan (siehe Seite 92, Beobachtungen Nr. 5 b!).

Porzellan besitzt einen weißen, undurchlässigen, durchscheinenden Scherben mit sehr feinkörnigem, schwach glänzendem, glasigem Bruch (im Gegensatz zu Steingut mit porösem, durchlässigem, aufsaugendem Scherben!). Die Härte ist so groß, daß es von Stahl nicht geritzt wird. Gegen chemische Stoffe ist es ebenso widerstandsfähig wie Glas. Für Elektrizität ist es ein guter Nichtleiter (Isolator). (S. Seite 88!)

Als Rohstoff für Porzellan benutzt man Porzellanerde (Kaolin) und als Fluß- und Härtemittel Feldspat und Quarz. Diese Stoffe werden gemahlen, geschlämmt, gemischt, zwischen Filterpressen ausgepreßt und als weiche knetbare Masse in feuchten Kellern gelagert. Nach Ablagerung und Durchknetung formt man die gewünschten Gegenstände, entweder durch Drehen auf der Töpferscheibe oder durch Pressen oder Gießen in Gipsformen. Die geformten Stücke werden getrocknet und dann verglüht, d. h. in Schamottekapseln eingeschlossen leicht gebrannt, wodurch sie schwinden und ein festeres Gefüge erhalten. Die noch etwas porösen Gegenstände taucht man dann in den Glasurbrei, der aus denselben Stoffen wie die Grundmasse besteht, aber mehr Flußmittel (Feldspat) enthält. Hierauf erfolgt, wieder in Schamottekapseln eingeschlossen, ein nochmaliges Brennen bei 1300 bis 1500° C, wobei der geschmolzene Feldspat die Poren mit glasartiger Masse durchtränkt und die schmelzende Glasur dem fertigen Porzellan die glatte, glänzende, stahlharte Oberfläche verleiht. Die Farbenverzierungen werden meist erst auf den fertigen Gegenstand aufgetragen und bei schwächerem Feuer nachträglich eingebrannt.

e) Halte Porzellangefäße gegen das Licht!

Aufgaben: a) Welche Verwendung findet Porzellan im Haushalt, in der Kunst, in der Elektrotechnik?
b) Haupterzeugungsgebiete für Porzellan in Deutschland!

Porzellan war in China schon im 7. Jahrhundert bekannt. In Deutschland wurde es erstmals 1708/09 durch Joh. Friedr. Böttger in Dresden hergestellt.

Von Säuren, Laugen und Salzen.

1. Von den Säuren.

Beobachtungen: a) Wie schmecken Zitronen — gestockte Milch — Essig — Sauerkraut — unreife Früchte? Halte blaues Lackmuspapier (= Papier mit dem Farbstoff der Lackmusflechte getränkt) in gewöhnliches Wasser und in die vorgenannten Dinge! Bringe von Salzsäure und Schwefelsäure mit einem Stab je einen Tropfen auf Lackmuspapier!

Die Säuren schmecken sauer und färben blaues Lackmuspapier rot.

b) Ein Glasschälchen zur Hälfte mit Wasser füllen, etwas Schwefelsäure dazugeben! Befühle das Schälchen! — In eine Glasschale einige ccm Schwefelsäure geben, dazu einige Tropfen Wasser gießen (Vorsicht!)! Die Flüssigkeit erwärmt sich; das Wasser wird da, wo es die Säure berührt, in Dampf verwandelt; dadurch wird die Säure umhergespritzt.

Gieße immer Säure an Wasser, nie umgekehrt!

c) Gib in Schälchen Salz- oder Schwefelsäure! Bringe dazu etwas Fließpapier, einige farbige Stoffflecke, frische Wursthaut, einen kleinen Knochen!

Salzsäure und Schwefelsäure sind lebensgefährliche Flüssigkeiten; sie zerstören alles organische Leben.

d) Gib in Probegläschen etwa 1—2 cm hoch Salz- oder Schwefelsäure! Bringe in die Gläschen der Reihe nach Blumendraht, Kupferblech, Stanniol, Aluminium, Magnesium, Zink, Blei! Erwärme vorsichtig und notiere das Ergebnis!

Die Säuren zerstören viele Metalle.

2. Von den Laugen.

Beobachtungen: a) Koche einige Löffel voll Holzasche mit Wasser in einem Tiegel! Lasse abkühlen und absitzen! Prüfe mit rotem Lackmuspapier! (= Wird blau.) Geschmack! Prüfe zwischen den Fingern! — Löse etwas Soda in Wasser! Prüfe wie vorher! — Löse etwas Laugenstein! Prüfe! — verdünne stark gelöschten Kalk und prüfe!

Alle Laugen färben rotes Lackmuspapier blau und fühlen sich schlüpfrig an.

Vergleiche Säuren und Laugen!

b) Gib auf einen Leinwandfleck etwas Öl, beschmiere ihn mit der Stiefelsohle, versuche den Fleck mit kaltem und warmem Wasser zu reinigen; nimm nun kochende Sodalauge!

Die Laugen lösen Fett und Schmutz; deswegen verwendet man sie zum Reinigen und Waschen (s. Seite 129).

c) Gib starke Kalklauge in Schälchen und lege hinein: Haar, Kork, Stoff, Papier usw.!

Starke Laugen zerstören die organischen Stoffe.

3. Von den Salzen.

B e o b a c h t u n g e n: a) In ein Schälchen verdünnte Salzsäure geben, dazu unter Umrühren so lange Natronlauge (aus dem Chemieschrank der Schule) tropfenweise gießen, bis blaues Lackmuspapier blau und rotes Lackmuspapier rot bleibt! Prüfe den Geschmack! (Nicht sauer, nicht laugenhaft, sondern salzig!) Eindampfen! Prüfe den Rückstand! (= Kochsalz!)

Salzsäure = Chlor	Wasserstoff
Natronlauge = Natrium	Wasserstoff, Sauerstoff
Kochsalz	Wasser verdampft

Eine neutrale Mischung von Salzsäure und Natronlauge ergibt unser Kochsalz.

b) Untersuche in ähnlicher Weise Salzsäure und Salmiakgeist! (= Salmiak!)

Neutrale Mischungen von Säuren und Laugen ergeben Salze.

A u f g a b e n: Wie kann man die zerstörende Wirkung von Säurespritzern aufheben? (Lauge: Soda.) Wie die Wirkung von Laugen? (Schwache Säure: Essig.) — Warum kann man Mückenstiche mit Salmiakgeist unwirksam machen?

4. Unser Kochsalz.

B e o b a c h t u n g e n: a) Wozu wird Kochsalz im Haushalt verwendet? Wie schmecken ungesalzene Speisen?

b) Stelle in einer flachen Schale eine Kochsalzlösung her, indem du zu Wasser etwas Salz gibst, aber nur so viel, daß es sich vollständig löst! Lasse die Lösung langsam verdunsten! Betrachte die zurückbleibenden Salzkristalle, wenn möglich, mit einem Vergrößerungsglas!

c) Lege etwas Salz auf ein Blech und erhitze von unten! (Es knistert; das in den Kristallen eingeschlossene Wasser sprengt diese auseinander.)

d) Halte auf einer Messerspitze etwas Kochsalz (besser: ein Stück Steinsalz mit einer Zange) in eine Spiritusflamme! Die Gelbfärbung der Flamme deutet an, daß das Kochsalz Natrium enthält.

Das Kochsalz findet sich als Steinsalz im Erdinnern oder in gelöster Form besonders im Meerwasser.

Wie sich unsere Salzlager wohl gebildet haben, läßt sich noch am Kaspischen Meer erkennen. Hier verdunstet mehr Wasser als zufließt. Die Wassermenge wird immer geringer, der Salzgehalt immer größer. Ist das Wasser gesättigt, kann es also nicht noch mehr Salz auflösen, so setzt sich dieses auf den Boden. So sind wohl auch die großen Salzlager aus früheren Binnenmeeren ent-

standen. Große Salzlager finden sich bei uns besonders in Norddeutschland bei Staßfurt, in Süddeutschland bei Berchtesgaden.

Das Kochsalz wird a) bergmännisch gewonnen, d. h. es wird wie Kohle oder Erz durch Sprengung losgelöst und dann an die Erdoberfläche geschafft. b) An anderen Stellen fließt salzhaltiges Wasser aus dem Erdinnern oder es wird aus der Tiefe hochgepumpt. Durch Verdunsten und Verdampfen erhält man wieder Kochsalz. Enthält die Sole (= salzhaltiges Wasser) nicht genügend Salz, so läßt man sie erst über ein Gradierwerk fließen. Dieses ist ein großes Gerüst aus Reisig. Während die Sole langsam herunterfließt, verdunstet ein Teil des Wassers. Die gesättigte Sole wird dann in großen Pfannen verdampft; Kochsalz bleibt zurück.

Von Mörtel, Zement und Gips.

1. Wir machen Mörtel.

Beobachtungen: a) Verschaffe dir, wenn es möglich ist, von einem Baumeister etwas gebrannten und ungebrannten Kalk! (Statt des ungebrannten Kalkes kannst du auch ein Marmorstück verwenden.) Gib auf den ungebrannten Kalk mit einem Glas- oder Holzstab etwas Salzsäure! (Aufbrausen = Kohlensäure.)

b) Gib an den gebrannten Kalk Wasser! Beobachte!

c) Verdünne einen Teil des gelöschten Kalkes mit Wasser und streiche diese Kalkmilch auf ein Brett!

d) Gib an den anderen Teil des gelöschten Kalkes Sand, verrühre zu einem dicken Brei, streiche ihn zwischen 2 Ziegelsteinstücke, lasse trocknen!

e) Nimm alten Mörtel, bringe mit einem Glas- oder Holzstab etwas Salzsäure darauf! Beachte das Aufbrausen!

a) Der Kalkstein ist kohlensaurer Kalk. Er bildet bei uns ganze Gebirge. Durch Glühen in der Kalkbrennerei verliert er die Kohlensäure. Dann entsteht gebrannter Kalk.

b) Der gebrannte Kalk wird in der Kalkgrube mit Wasser übergossen. Er nimmt es mit Begierde auf. Dabei erhitzt sich die Masse so stark, daß ein Teil des Wassers verdampft. Es ist gelöschter Kalk entstanden.

c) Gießt man noch weiter Wasser hinzu, so entsteht ein dicker Brei, der Kalkbrei. Wird dieser noch verdünnt, so erhält man die Kalkmilch, die der Maurer zum Weißen verwendet.

d) Mischt man unter den Kalkbrei Sand, so entsteht daraus der Mörtel. Dieser wird trocken und fest. Dies geschieht dadurch, daß das Wasser verdunstet, aber dafür wieder Kohlensäure aus der Luft aufgenommen wird.

Aufgaben: a) Nenne bekannte Kalkgebirge!

b) Wenn du Gelegenheit hast, so besuche einen Kalksteinbruch! Erzähle darüber!

c) Ist eine Kalkbrennerei in der Nähe, so besuche sie! Erbitte dir nähere Auskunft über Einrichtung, Heizmittel, Hitzegrade usw.! Schreibe deine Beobachtung nieder! (Abb. 58.)

d) Erkläre nachstehende Übersicht über die Verwandlung des Kalksteines!

Brennen: Kalkstein — Kohlensäure = gebrannter Kalk;

Löschen: Gebrannter Kalk + Wasser = gelöschter Kalk;

Mischen: Gelöschter Kalk + Sand = Mörtel;

Härten: Mörtel — Wasser + Kohlensäure = Kalkstein.

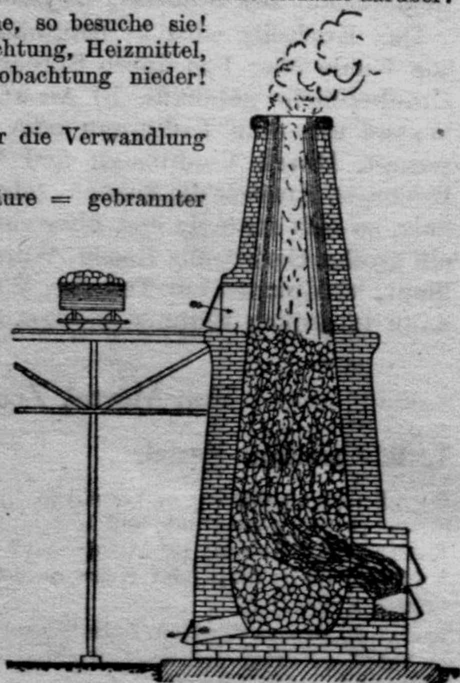


Abb. 58

Kalkofen im Querschnitt

2. Wir stellen Kalkwasser her.

Beobachtungen: a) Gib an Kalkmilch noch reichlich Regenwasser, schüttle kräftig und lasse die Lösung stehen, bis sie ganz klar wird! Diese klare Flüssigkeit filtrieren wir ab. Untersuche mit dem Lackmuspapier!

b) Gieße etwas Kalkwasser in ein Probeglas! Gib in ein anderes Probeglas einige Marmor- oder Kreidestückchen und übergieße sie mit Salzsäure, setze sofort einen durchbohrten Kork auf, durch den eine gebogene Glasröhre mit Gummischlauch zum Kalkwasser führt! — Die zugeleitete Kohlensäure trübt das Kalkwasser.

c) Leite noch mehr Kohlensäure zu! — Das Kalkwasser wird wieder hell.

d) Erwärme dieses Kalkwasser! — Es wird wieder trübe.

Kalkwasser enthält gelösten Kalk. Leitet man Kohlensäure zu, so verbindet sich diese mit dem Kalk zu kohlensaurem Kalk. Dieser ist in Wasser unlöslich; es wird daher trübe. Beim Stehenlassen setzt er sich als weißes Pulver auf den Boden.

Leitet man noch mehr Kohlensäure zu, so entsteht doppeltkohlensaurer Kalk. Dieser ist in Wasser löslich; es wird daher wieder hell. Erwärmt man die Flüssigkeit, so entweicht ein Teil der Kohlensäure. Es entsteht wieder der unlösliche kohlensaure Kalk; das Wasser wird neuerdings trübe.

Aufgaben: a) Erkläre genau die Vorgänge, wenn wir Atemluft in Kalkwasser blasen!

b) Warum wird manches Wasser beim Kochen trübe?

3. Der Zement wird in zahlreichen Fabriken Deutschlands aus den Rohstoffen Kalk und Ton hergestellt. Diese werden miteinander vermischt und dann gebrannt. Die gebrannte Masse wird gebrochen und zu feinem Pulver zermahlen. Mischt man Zement und Sand, so erhält man den „Wassermörtel", der auch unter Wasser hart wird; gibt man Kies dazu, so erhält man den Beton.

Soll der Beton noch fester und haltbarer werden, so lagert man Eisen ein.

Aufgaben: a) Wo verwendet man Beton, wo Eisenbeton?
b) Bekommt der Eisenbeton keine Sprünge, wenn sich das Eisen durch Erwärmung ausdehnt? (Eisen und Beton haben gleichmäßige Ausdehnung.)

4. Nägel und Haken werden eingegipst.

Beobachte: a) wie der Maurer oder dein Vater den Gips anmacht! Wie wird ein Nagel eingegipst?
b) Lösche etwas gebrannten Kalk mit viel Wasser! Verdünne einige Tropfen Schwefelsäure sehr stark mit Wasser! Füge langsam die verdünnte Säure zur Kalklösung! (Vorsicht! Sehr stark verdünnen!) — Unter starker Erwärmung verbindet sich die Schwefelsäure mit dem Kalk zu schwefelsaurem Kalk (= Gips).

Gips ist schwefelsaurer Kalk. Er enthält also keine Kohlensäure. Bringt man auf einen Gipsstein Salzsäure, so braust er nicht auf.

Wenn Gips gebrannt wird, so entweicht Wasser. Dann heißt er gebrannter Gips. Er ist jetzt ganz mürbe. Verrührt man Gips mit Wasser, so entsteht der Gipsbrei, der aber bald hart wird.

Kalkmörtel ↘ ↙ Gipsmörtel

wird hart durch Aufnahme

↙ von Kohlensäure ↘ von Wasser

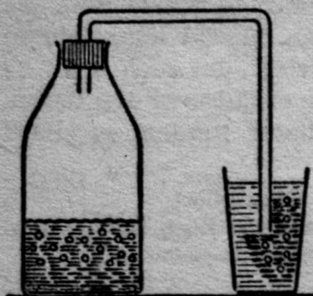
Aufgaben: a) Warum wird Gipsmörtel durch Aufnahme von Wasser, Kalkmörtel durch Aufnahme von Kohlensäure hart?
b) Warum verwendet man zum Festmachen von Nägeln in der Wand Gips- und nicht Kalkmörtel?
c) Hast du schon gesehen, wie man einen sog. Gipsverband anlegt? Erzähle!
d) Untersuche, ob unsere Schulkreide aus Kalk oder Gips besteht!

Von der Gärung.

1. Wodurch entsteht aus Fruchtsaft Wein?

Beobachtungen: a) Presse ein wenig Obst (Trauben, Kirschen, Johannisbeeren u. dgl.) in einem Tuchbeutel aus, füge zum erhaltenen Saft die $1^1/_2$fache Menge Wasser und soviel Zucker, als $^1/_3$ des unverdünnten Obstsaftes wiegt.

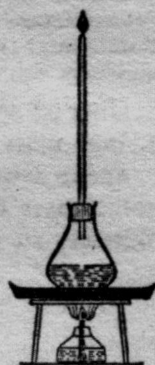
(An Stelle des Obst-Zucker-Saftes kann auch Bienenhonig in warmem Wasser 1 : 10 gelöst verwendet werden!) Bringe etwas Reinzuchthefe dazu, leite die aufsteigenden Gase in Kalkwasser und stelle die Versuchsanordnungen (Abb. 59) in einem 16—24° C warmen Raum auf! Beobachte nach mehreren Tagen Saft und Kalkwasser! Überprüfe das Ergebnis nach mehreren Wochen! Versuche den Obstsaft!


Abb. 59

b) Setze auf die Saftflasche (Kochflasche) ein langes (50 cm) Glasröhrchen mit ausgezogener Spitze erhitze die Gärflüssigkeit gelinde und entzünde die ausströmenden Dämpfe (Abb. 60)!

c) Beobachte die Gärung bei Verwendung sehr starker Zuckerlösung, bei sehr kaltgestellter oder bei abgekochter Gärflüssigkeit!

Zuckerhaltige Flüssigkeiten beginnen bei Luftzutritt oder Hefezusatz zu gären. Die Hefepilze (mikroskopisch kleine Lebewesen, von denen 200 auf 1 mm gehen und die überall in der Luft vorhanden sind) spalten den Zucker dabei in Alkohol und Kohlensäure. Der Alkohol verbleibt in der Gärflüssigkeit, die Kohlensäure entweicht unter Aufschäumen. Nach einigen Wochen nimmt die Gärung ein Ende. Die Gasentwicklung hört auf, die abgestorbenen Hefezellen sinken zu Boden, die Gärflüssigkeit klärt sich und schmeckt nicht mehr so süß; aus dem Zuckersaft ist ein alkoholisches Getränk geworden.


Abb. 60

Starke Zuckerlösungen gären nicht. Auch bei Kälte erfolgt keine Gärung. Abkochen tötet Hefepilze und verhindert die Weitergärung.

Aufgaben: a) Wodurch verderben eingemachte Früchte?
b) Warum werden Marmeladen mit viel Zucker eingekocht?
c) Warum „weckt“ man Früchte ein? (Sterilisieren!)
d) Gib bekannte Weinbaugebiete an! Welche Weine werden dort erzeugt?
e) Warum muß der Wein nach beendeter Gärung „abgezogen“ werden?
f) Warum ist das Betreten von Gärkellern nicht immer ungefährlich?

2. Wie Bier gebraut wird.

Beobachtung: Lasse Gerstenkörner in einem Gefäß mit Wasser aufquellen! Nach 5—6 Tagen die Körner abtrocknen und in einem Gefäß bei 10—15° C liegen lassen. Sind die wachsenden Keimlinge so lange wie die Körner selbst, dann die Gerste auf einem warmen Blech rasch dörren! Prüfe das erhaltene „Dörrmalz“ auf seinen Geschmack!

Bei der Bierbereitung wird aus Gerste durch Keimen und Trocknen Malz bereitet und das zerkleinerte Malz mit Wasser gemischt

(gemaischt). Hierbei verwandelt sich die Stärke in Malzzucker, der sich im Wasser auflöst und später von der Bierhefe vergoren werden kann. (Die unlöslichen Schalen der Malzkörner werden ausgeschieden und als „Treber“ zu Viehfutter verwendet.) Die erhaltene süße Flüssigkeit, die sogenannte „Würze“, wird in der Braupfanne mit Hopfenzusatz gekocht uud darauf in Kühleinrichtungen rasch abgekühlt. Daran schließt sich die Gärung im Gärkeller, wobei der Zucker von der Hefe in Alkohol und Kohlensäure gespalten wird. Nach beendeter Gärung erfolgt noch eine längere Lagerzeit mit langsamer Nachgärung, bis das Bier zum Verbrauch geeignet ist. Die dabei zuletzt entstandene Kohlensäure läßt man nicht mehr ganz entweichen, um dem Getränk einen erfrischenden Geschmack zu verleihen. „Weißbier“ wird aus Weizen bereitet.

Bier enthält gewöhnlich 3—5 % Alkohol und 5—7 % Nährstoffe.

Aufgaben: a) Warum schäumt frisches Bier? Warum schmeckt abgestandenes Bier fade? b) Welche Nährstoffe enthält das Bier in der Hauptsache? Ist es als Nahrungs- oder Genußmittel anzusprechen?

3. Wie wird Branntwein gebrannt und Spiritus hergestellt?

Der meiste Branntwein wird aus Kartoffeln oder Getreide (Roggen) hergestellt. Da die Hefezellen Kartoffel- oder Getreidestärke nicht vergären können, muß man die gedämpften Kartoffeln oder das geschrotete Getreide mit Gerstenmalz bei 55—60° C maischen, wobei sich die Stärke in gärfähigen Zucker umwandelt. Nach dieser Verzuckerung wird die abgekühlte Maische in Gärbottichen mit Hefe in Gärung versetzt, wobei sich der Zucker in Alkohol und Kohlensäure spaltet.

Um den Alkohol von den übrigen Stoffen zu trennen, erhitzt man die vergorene Maische in einem Kessel. Der Alkohol verdampft bereits bei 80° C, steigt in einem Rohr empor und wird durch Kühlschlangen wieder verflüssigt (Destillation). Da man zu diesem Vorgang ein Feuer braucht, spricht man von „Branntwein“, „Schnapsbrennerei“ usw.

Der Destillationsrückstand heißt „Schlempe“ und dient als Viehfutter.

Trinkbranntweine werden soweit mit Wasser, Zucker, Fruchtsäften und anderen Geschmacksstoffen verdünnt, daß sie noch 30 bis 45 % Alkohol enthalten.

Der zu Genußzwecken verwendete reine Alkohol heißt „Weingeist“.

Der technisch verwendete Alkohol („Spiritus“) wird, weil er unbesteuert ist, „vergällt“, d. h. durch Zusatz giftiger und unangenehm riechender Stoffe ungenießbar gemacht.

B e a c h t u n g e n: a) Gieße etwas Weingeist oder Brennspiritus in ein flaches Schälchen und entzünde ihn! b) Fülle wiederum Spiritus in ein Schälchen und stelle es zusammen mit einem kleinen Becher Kalkwasser in ein größeres Gefäß! Entzünde den Brennstoff und bedecke das größere Gefäß! Beachte den Niederschlag auf der Deckelunterseite! Schüttle nach dem Verbrennen das Kalkwasser!

Alkohol ist eine wasserhelle, leicht entzündliche Flüssigkeit, die mit blaßblauer, kaum leuchtender Flamme zu Wasserdampf und Kohlensäure verbrennt.

Alkohol wird in großem Umfang außer zu Trinkzwecken verwendet als Heizstoff (Brennspiritus, Treibstoffzusatz), Desinfektionsmittel und Lösungsmittel (für Lacke, Harze, Kunstseiden, Parfüms, Haarwasser usw.).

In geringen Mengen genossen wirkt Alkohol anregend, in größerer Menge berauschend; unverdünnter Alkohol ist Gift!

Für Erwachsene sind alkoholärmere Getränke — mäßig genossen — unschädlich; für Kinder und Jugendliche dagegen ist Alkohol in jeder Form nachteilig! Dauernder Alkoholmißbrauch führt zu schweren gesundheitlichen Schädigungen!

A u f g a b e n: a) Erkläre die Einrichtung, Wirkungs- und Verwendungsweise eines Spiritusgaskochers! b) Im Jahre 1930 erreichten die Ausgaben für geistige Getränke in Deutschland die riesige Höhe von 4,3 Milliarden Reichsmark (Bier 3366, Wein 556, Schnaps 370 Millionen Reichsmark). Bedenke, welche Werte auch an Volksvermögen durch Alkoholmißbrauch verlorengehen!

4. Welche Aufgaben hat die Hefe beim Brotbacken?

B e o b a c h t u n g e n: a) Was geschieht, wenn mit Hefe oder Brotteig ein „Dampfl“ bereitet wird? b) Fülle etwas Hefeteig in eine Gärflasche und leite die aufsteigenden Gase mit einem Knierohr in Kalkwasser (warm stellen 30° C)! c) Bereite aus Mehl und Wasser einen Teig! Lasse ihn einige Tage an der Luft stehen!

Durch Zusatz von Hefe oder Sauerteig und unter Einwirkung von Wärme „geht“ der Teig. Dabei wird der im Mehl enthaltene oder dem Teig beigegebene Zucker in Gärung versetzt. Die hierbei entstehende Kohlensäure lockert den Teig auf, wodurch das Gebäck leichter verdaulich wird.

A u f g a b e n: a) Warum hört das Gären des Teiges im Backrohr oder Backofen auf? b) Welche Treibmittel für Backwaren gibt es außer der Hefe? Wie und wofür werden sie angewendet?

5. Warum wird offenstehendes Bier sauer?

B e o b a c h t u n g: Fülle ein Glas mit etwas Bier oder Wein und lasse das Getränk einige Tage offen an der Luft stehen! Prüfe den Geschmack und untersuche mit blauem Lackmuspapier!

Wenn alkoholische Getränke offen stehenbleiben, verursachen die in der Luft überall vorhandenen Essigbakterien mit Hilfe des Luftsauerstoffes eine Verwandlung des Alkohols in Essigsäure.

Unser Speiseessig wird hergestellt, entweder a) indem man die Ausgangsstoffe (Wein, verdünnter Branntwein, vergorenes Obst) mit Essigbakterien versetzt und in hohen Standfässern über Buchenholzspäne (große Oberfläche, viel Luftzutritt!) herabrieseln läßt, oder b) indem man Essigessenz entsprechend verdünnt.

Gewöhnlicher Essig enthält 3,5—7 %, Doppelessig (Einmachessig) 7—10 %, Essigessenz 60—80 % Essigsäure.

Beobachtungen: a) Bringe Eisenfeilspäne in Essig und lasse sie längere Zeit darin kochen! b) Erhitze etwas Zinkblech (aus alten Taschenlampenbatterien) mit Essig! c) Lege einen alten Pfennig so in Essig, daß die eine Hälfte aus der Flüssigkeit herausschaut!

Zur Bereitung und Aufbewahrung und zum Erhitzen des Essigs dürfen keine Metallgefäße verwendet werden, da sie von der Essigsäure unter Bildung schädlicher oder giftiger Salze (z. B. Grünspan auf Kupfer) angefressen werden.

Aufgaben: Wozu wird Essig verwendet?

6. Ist saure Milch verdorben?

Beobachtungen: a) Lasse unabgekochte Milch bei warmer Witterung mehrere Tage stehen! b) Mache den obigen Versuch gleichzeitig mit abgekochter Milch! c) Gieße in warme Milch ein wenig Essig! d) Bringe in warme Milch etwas Lab!

Milch wird an heißen Tagen oder an warmen Orten rasch sauer, sie „stockt", d. h. sie gerinnt. Milchsäurebakterien verwandeln dabei den Milchzucker in Milchsäure. Diese bringt das Milcheiweiß (den Käsestoff) zum Gerinnen. Es bildet sich Quark (Topfen), der sich beim Erhitzen abscheidet.

Bei der Käsebereitung verursacht man das Gerinnen der erwärmten Milch meist durch Zusatz von Lab. Der hiedurch gewonnene Käsestoff wird dann in Formen gepreßt, gewürzt und im Gärraum zum Reifen gebracht.

Je nach Behandlung werden Weich- und Hartkäse, je nach dem Fettgehalt der verwendeten Milch Mager-, Fett- und Rahmkäse erzeugt.

Aufgaben: a) Wodurch wird das Sauerwerden der Milch verhindert und die Milch haltbar gemacht? Wo in Deutschland wird hauptsächlich Käse hergestellt? Welche Käsearten werden dort erzeugt?

Der Kompaß.

Warum vermag der Kompaß den richtigen Weg zu zeigen?

1. Welche Kraft steckt in der Kompaßnadel?

Beobachtung: Nähere der Kompaßnadel der Reihe nach eine Schreibfeder, ein Messer, ein Messingstück, einen Glasstab usw.!

Zwischen Eisen und Magnet zeigt sich eine anziehende Kraft, die Magnetismus heißt. Sie ist nach dem Magnetstein benannt. Dieser ist ein natürlicher Magnet; künstliche Magnete sind Stab-, Nadel- und Hufeisenmagnet.

2. Welche Wirkung übt die magnetische Kraft aus?

Beobachtungen: a) Wälze einen Stabmagneten in Eisenfeilicht oder in ganz kleinen Nägeln! Hebe hoch und beobachte, wo die Anziehung am stärksten ist!

b) Überdecke den Magneten mit einem Blatt Papier und gib durch ein feines Sieb Eisenfeilspäne auf das Papier! Mit einem Bleistift das Papier leicht anstoßen! Mache den gleichen Versuch mit einem senkrecht gestellten Magneten!

c) Lege eine Schreibfeder auf ein Blatt Papier, ein Lineal, eine Glasscheibe usw.! Halte unter das Papier den Magneten und bewege ihn nach verschiedenen Richtungen!

Die beiden Enden des Magneten, an denen die Anziehungskraft am stärksten ist, nennt man Pole. Die magnetische Kraft wirkt in Bogenlinien; man heißt sie magnetische Kraftlinien. Der Raum, in dem sie verlaufen, ist das magnetische Kraftfeld. Die magnetische Kraft wirkt durch andere Körper hindurch, aber nicht durch Eisen.

Aufgaben: a) Warum darf das Gehäuse des Magneten nicht aus Eisen sein?

b) Beurteile die Wirksamkeit des gewöhnlichen Kompasses auf Schiffen!

Beobachtungen: a) Wenn mehrere Kompasse vorhanden sind, so beobachte die Richtung sämtlicher Magnetnadeln!

b) Magnetisiere mehrere Stricknadeln (s. Seite 76), schiebe jede durch eine kleine Korkscheibe, hänge sie an einem Faden auf und beobachte, wie sich alle Nadeln einstellen!

c) Nähere die Nadeln zweier Kompasse einander und stelle die gegenseitige Anziehung und Abstoßung fest!

Bei einer frei schwebenden Magnetnadel zeigt der Nordpol nach Norden, der Südpol nach Süden. Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Die Anziehung zwischen Eisen und Magnet und die Richtfähigkeit des Magneten in die Nord-Süd-Richtung sind die magnetischen Grunderscheinungen.

3. Warum zeigt die Magnetnadel gerade nach Norden?

Die Erde ist ein großer Magnet. Da alle Nordpole nach Norden zeigen, muß sie dort einen magnetischen Südpol, im Süden einen magnetischen Nordpol besitzen. Die Ursache dieses Erdmagnetismus ist noch nicht klar erkannt. Doch ist sicher, daß er zu 95 % aus dem Erdinnern stammt. Ob bestimmte Erdschichten magnetisch sind, ob er durch elektrische Strömungen hervorgerufen wird, die in der Erde kreisen, oder ob die Erdumdrehung die eigentliche Ursache ist, ist noch nicht entschieden (Abb. 61).



Magnetische Kraftlinien der Erde

Abb. 61

Der magnetische Südpol liegt nicht genau im Norden, sondern etwa 10° westlich vom geographischen Nordpol. Diese Abweichung von der Nord-Süd-Richtung nennt man **Mißweisung**. Wenn man nach dem Kompaß wandern will, ist sie zu berücksichtigen.

Aufgabe: Handhabung und Gebrauch des Kompasses: 1. Einteilung der Windrose nach Grad und Himmelsgegenden; 2. wie die Kompaßnadel auf die Windrose einspielen muß; 3. wie der Kompaß an die Karte gelegt wird; 4. wie man nach dem Kompaß wandert.

4. Wie wird ein Magnet hergestellt?

Beobachtung: Hänge an einen kräftigen Magneten eine Stahlfeder, an diese eine zweite usw.! Ebenso mit einer Heftklammer, einem Nagel!

Jeder eiserne Gegenstand enthält sowohl Nord- als auch Südmagnete. Aber sie liegen ungeordnet, so daß sie sich gegenseitig binden und nicht nach außen wirken. Kommt ein starker Magnet in die Nähe, so wirkt er ordnend auf die kleinen Teilmagnete; er zieht alle ungleichnamigen Pole zu sich heran und stößt alle gleichnamigen Pole an das entgegengesetzte Ende. Diesen Vorgang nennt man magnetische Verteilung.

Der Erdmagnetismus wirkt im Sinne der magnetischen Verteilung auf alle auf der Erde stehenden eisernen Gegenstände.

A u f g a b e: Nimm einen Kompaß und halte ihn an das untere Ende des Tafelgestells, der Heizröhren, der Wasserleitung, des eisernen Schirmständers oder an sonstige senkrecht stehende Gegenstände! Beobachte die Einstellung der Magnetnadel! Erkläre! — Nun fahre langsam am eisernen Gegenstand in die Höhe und achte immer auf den Stand der Magnetnadel! Was kannst du beobachten, wenn der Kompaß oben angelangt ist? Erkläre!

B e o b a c h t u n g: Hänge an einen Magneten stählerne Gegenstände: Stahlfedern, Nähnadeln, Stücke einer abgebrochenen Stricknadel, einen Körper an den anderen! Vorsichtig den am Pol hängenden Gegenstand wegziehen! — Ebenso mit Heftklammern, Nägeln! Unterschied?

Körper aus Stahl geben dauernde Magnete, Körper aus weichem Eisen nur vorübergehende.

A u f g a b e n: a) Wenn wir einen Magneten herstellen wollen, so brauchen wir Stahl. Das Magnetisieren geschieht durch den einfachen oder den doppelten Strich. Magnetisiere dein Taschenmesser!

b) Stelle einen Kompaß her: Durch einen Druckknopf stecke eine stählerne Haarnadel, biege die beiden Enden nach außen um und magnetisiere sie! Von einem Flaschenkork schneide eine Korkscheibe ab, von unten her stecke eine Stecknadel durch (den Kopf der Nadel in den Kork eindrücken!) Auf die Spitze der Nadel setze den Druckknopf mit der magnetisierten Haarnadel! Mit diesem Kompaß kannst du nun sämtliche hier beschriebenen Versuche machen!

c) Folgender Versuch zeigt, warum der gewöhnliche Kompaß auf eisernen Schiffen versagen muß: Bringe zwischen die beiden Pole eines Hufeisenmagneten das Blechröhrchen einer Leukoplastrolle (mit Holz oder Kork festmachen, weil es sich sonst an den Magneten klammert), sorge durch Unterlegen von Holz, Kork usw. dafür, daß die Oberfläche des Röhrchens und die des Magneten auf gleicher Höhe liegen! Lege ein Papierblatt auf, gib durch ein Sieb Eisenfeilicht darauf, klopfe leicht an das Papier!

B e o b a c h t u n g: Überall sind magnetische Kraftlinien zu sehen, nur nicht innerhalb des Ringes. Erkläre! (Daher benützen die Schiffe den Kreiselkompaß, der aber mit dem Magnetismus nichts zu tun hat.)

Das Gewitter.

1. Was ist die Ursache des Gewitters?

B e o b a c h t u n g e n: a) In welcher Jahreszeit treten die meisten Gewitter auf? In welcher Richtung ziehen sie meistens?

b) Beachte den Zeitunterschied zwischen Blitz und Donner!

c) Kannst du etwas über elektrische Blitzschäden in deiner Heimat erfahren?

d) Erwärme ein Blatt Schreibpapier am Ofen, auf der Herdplatte und reibe es kräftig mit einer Kleiderbürste! Nähere das Blatt nun kleinen Papierschnitzeln, der flachen Hand, lege es auf die flache Hand und drehe sie dann um, halte das geriebene Blatt an die Wand und lasse es los, halte es über den Kopf eines Kameraden und beobachte dessen Haare, nähere das Blatt dem Ohr oder dem Fingerknöchel!

e) Reibe eine Siegellackstange (oder einen Hartgummistab) mit einem Wollappen, eine Glasröhre (oder einen Glasstab) mit Seide oder Zeitungspapier und halte den geriebenen Gegenstand an das Ohr, nähere in einer dunklen Ecke den Fingerknöchel!

Die durch Reibung entstandene Kraft wird Reibungselektrizität genannt. Wenn sich in der Luft die Eisteilchen kalter Luftschichten an den Wasserdampfteilchen warmer Luftschichten reiben, entsteht Reibungselektrizität. Sie entsteht ferner durch die Verdunstung des Wassers und durch die Verdichtung des Wasserdampfes zu Wolken.

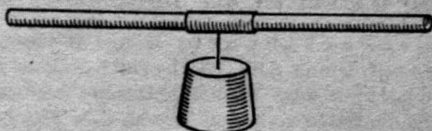
Der Blitz ist ein elektrischer Funke. Der Donner entsteht durch das Auseinanderreißen und Zusammenprallen der Luftmassen.

Aufgaben: a) Warum verstreicht oft nach dem Blitz eine gewisse Zeit, ehe man den Donner hört?

b) Wetterleuchten sind Blitze, die sehr weit entfernt sind. Warum sehen wir dabei zwar den Blitz, hören aber keinen Donner?

c) Manchmal gibt es auch im Winter Gewitter. Versuche zu erklären, wie sie entstehen!

d) Mit dem Strohhalmelektroskop (Abb. 62) kannst du geringe Mengen Reibungselektrizität nachweisen. Durch einen Flaschenkork wird eine Stecknadel so gesteckt, daß die Spitze durchschaut. Umklebe einen Strohhalm von 10—12 cm Länge in der Mitte mit einem Streifen Papier (Briefmarkenstreifen) und setze ihn auf die Spitze der Stecknadel! Stelle das Gleichgewicht durch Verkürzen der einen oder anderen Seite her! Reibe ein Blatt Papier, einen Glasstab usw. und nähere den Gegenstand dem Strohhalm!



Strohhalmelektroskop

Abb. 62

2. Warum setzt man auf hohe Gebäude einen Blitzableiter?

Beobachtungen: a) Welche Häuser in der Nähe des Schulhauses haben einen, welche mehrere Blitzableiter?

b) Fertige eine einfache Skizze der Blitzableiteranlage auf dem Nachbarhaus! Benenne die einzelnen Teile!

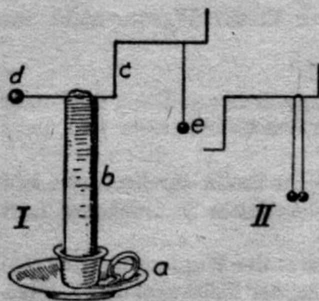


Abb. 63

c) Stelle nach Abb. 63 I einen kleinen Apparat zusammen! a = ein Kerzenhalter, b = eine Siegellackstange, c = ein mehrfach gebogener Kupferdraht, d = eine kleine Holzkugel mit Stanniol umwickelt und so aufgesetzt, daß das Stanniol den Kupferdraht berührt, e = ein Holundermarkkügelchen an einem Seidenfaden. Die Siegellackstange wird über einer Kerzenflamme erwärmt, der Draht in die weiche Masse gedrückt.

Berühre das Holundermarkkügelchen mit der geriebenen Glasröhre! Die Glasröhre wieder reiben und dem Kügelchen nähern! Beobachte! —

Das Kügelchen mit dem Finger berühren und dann den gleichen Versuch mit der geriebenen Siegellackstange machen! — Berühre das Kügelchen mit der geriebenen Glasröhre und nähere dann die geriebene Siegellackstange! Beobachte! Stelle die Ergebnisse in einer Übersicht zusammen!

Es gibt Harz- oder negative Elektrizität (—) und Glas- oder positive Elektrizität (+). Gleichnamige Elektrizitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Die Elektrizität in der Luft ist positiv, die in der Erde negativ. Im Blitz vereinigen sich beide Elektrizitäten. Der Blitzableiter lenkt den Blitz in die Erde, so daß das Gebäude nicht beschädigt wird.

Aufgaben: a) Der Blitzableiter schützt einen Umkreis, dessen Durchmesser doppelt so groß ist wie die Länge der Auffangstange. Warum haben also manche Gebäude mehrere Blitzableiter?

b) Warum besitzen nicht sämtliche Häuser einen Blitzableiter?

c) Warum sieht man auf dem Lande verhältnismäßig mehr Blitzableiter als in der Stadt?

3. Warum ist der Blitzableiter aus Eisen?

Beobachtungen: Hänge an einem Seidenfaden 2 Holundermarkkügelchen so auf, wie es Abb. 63 II zeigt! Nähere der umwickelten Holzkugel die geriebene Glasröhre oder Siegellackstange, beobachte die beiden Kügelchen! Mache den Seidenfaden naß und mache den gleichen Versuch! Unterschied? — Verwende statt des Seidenfadens einen Leinenfaden! — Lade die beiden Kügelchen (am Leinenfaden) mit Elektrizität und berühre die Holzkugel mit dem Finger, mit einem trockenen, einem nassen Seiden- oder Leinenfaden, mit einer Stricknadel, einem Stück Glas usw.!

Es gibt gute und schlechte Elektrizitätsleiter. Gute Leiter sind alle Metalle, alle Lebewesen, Wasser, feuchte Luft; Nichtleiter sind Glas, Siegellack, Seide, Porzellan, Papier, trockenes Holz.

Soll ein guter Leiter seine Elektrizität behalten, so muß man ihn mit einem Nichtleiter umgeben, d. h. isolieren. Solche Nichtleiter heißt man Isolatoren.

Aufgaben: a) Warum ist der Blitzableiter aus Eisen? Warum nicht aus Kupfer oder gar Silber?

b) Welche Körper würden sich nicht dazu eignen?

c) Warum ist die Leitung von der Auffangstange zur Erde aus Eisen und nicht ein Tau aus Hanf? Warum führt diese Leitung in das Grundwasser und nicht bloß in die Erde?

d) Welche Wirkung hat es, wenn die Leitung an einer Stelle durchgerostet ist?

e) Warum gelingen Versuche über die Reibungselektrizität in trockener Luft besser als in feuchter?

f) Warum ist in dem in Abb. 58 dargestellten Apparat der Kupferdraht auf eine Siegellackstange aufgesetzt? Warum muß das Stanniol der Holzkugel den Kupferdraht berühren?

4. Warum läuft der Blitzableiter in eine Spitze aus?

B e o b a c h t u n g: Setze auf die mit Stanniol umwickelte Holzkugel des Apparates nach Abb. 58 eine Stecknadel mit Wachs so auf, daß die Spitze nach oben schaut! Zwischen Stecknadelkopf und Stanniol darf aber kein Wachs gelangen. Wiederhole nun die am Anfang des vorigen Abschnittes angeführten Versuche! Sie wollen nicht mehr recht gelingen; warum?

Die Elektrizität strömt durch die Spitze aus. Durch den Blitzableiter gleichen sich also die Luft- und die Erdelektrizität aus, ohne daß ein Blitz entsteht. Ist aber die Luftelektrizität so stark, daß der Blitz einschlägt, so leitet ihn der Blitzableiter in die Erde.

A u f g a b e n: a) Welche doppelte Aufgabe hat also der Blitzableiter?

b) Die Elektrizität sucht bei ihrer Vereinigung stets den kürzesten Weg; deswegen schlägt der Blitz besonders gern in hohe Gegenstände ein. Warum darf man während eines Gewitters nicht Heugabeln, Schaufeln und Sensen über der Schulter tragen? Warum darf man während eines Gewitters nicht unter einzeln stehenden Bäumen Schutz suchen? Warum darf man nicht in der Nähe der Dachrinne Schutz suchen? Warum soll man sich nicht an den Ofen, an das offene Fenster stellen? Bei einem Gewitter dürfen Bergsteiger nicht auf dem Gipfel bleiben, dürfen beim Abstieg auch nicht ein etwa vorhandenes Drahtseil benützen; warum?

Die elektrische Klingel.

1. Welche Kraft bringt die Klingel zum Tönen?

B e o b a c h t u n g e n: a) Wo sind elektrische Klingeln angebracht? Welches sind die Teile der Klingelanlage?

b) Wo ist der Druckknopf angebracht? Wie ist er beschaffen?

c) Wie setzt man die Klingel in Betrieb?

d) Stecke die Zunge zwischen einen Streifen Kupferblech und einen Streifen Zinkblech und drücke die beiden aus dem Munde vorstehenden Enden zusammen (= saurer Geschmack)!

e) In Orange (Zitrone, saftreichen Apfel) stecke die Kelle eines silbernen Löffels, daneben die Schneide eines Tischmessers! Stecke die Zunge dazwischen (= saurer Geschmack)!

f) Berühre mit der Zunge zu gleicher Zeit die beiden Messingstreifen einer Taschenlampenbatterie (= saurer Geschmack)!

g) Verbinde jeden Messingstreifen der Taschenbatterie mit einem Stück Leitungsdraht (durch eine Schlitzklemme oder eine Heftklammer), wickle das blanke Ende des einen Drahtes um eine Feile, fahre mit dem anderen Ende über die Rippen der Feile (= Funken sprühen)!

h) Schalte eine Klingel und eine Taschenbatterie zusammen!

Wenn zwei verschiedene Metalle durch die Lösung einer Säure, Lauge oder eines Salzes miteinander in Berührung kommen, so werden sie elektrisch. Die Elektrizität vermag die Klingel zum Tönen zu bringen.

2. Wie entsteht die Elektrizität in der Taschenbatterie?

Beobachtungen: a) Untersuche eine ausgebrannte Batterie! Öffne vorsichtig vom Boden her, löse aber die Verbindung der drei Zinkbecher nicht! Zeichne, was du siehst!
b) Untersuche einen einzelnen Zinkbecher! Schneide den Zinkzylinder mit einem Messer auf, entferne den Boden, trenne den Beutel mit Braunstein auf, nimm den Kohlenstab heraus!
c) Löse 1—2 Teelöffel Salmiak in einem Trinkglas mit Wasser auf, biege den aufgeschnittenen Zinkzylinder zu einem Streifen zurecht, stelle ihn mit dem Kohlenstab in die Salmiaklösung, verbinde mit Leitungsdrähten, prüfe mit der Zunge!

Die Vorrichtung, in der Elektrizität entsteht, heißt Element. Verbindet man mehrere Elemente, so erhält man eine Batterie. Die Elektrizität entsteht durch chemische Vorgänge.

d) Welchen Zweck hat der Beutel, in dem der Kohlenstab steckt? Stelle eine Zink- und eine Kupferplatte in verdünnte Schwefelsäure, schalte die Klingel an die beiden Platten! Beobachte die Kupferplatte! Wenn die Klingel schwächer klingt, wische die Kupferplatte — ohne sie aus der Flüssigkeit zu nehmen — mit einem Wattebauschen ab, der an einem Draht befestigt ist!

Wenn das Zink von der Schwefelsäure aufgelöst wird, entsteht Wasserstoff. Dieser setzt sich an dem Kupfer (oder an der Kohle) fest und schwächt dadurch den chemischen Vorgang und damit auch die Elektrizität. Um den Wasserstoff zu entfernen, umgibt man die Kohle mit einem Beutel voll Braunstein. Dieser gibt leicht Sauerstoff ab, der sich mit dem Wasserstoff zu Wasser verbindet.

Aufgaben: a) Wie lange kann eine Taschenbatterie Elektrizität liefern?
b) Untersuche eine Stabbatterie, zeichne auf und vergleiche mit der gewöhnlichen Taschenbatterie!

3. Kann Elektrizität auch durch andere Metalle und Flüssigkeiten entstehen?

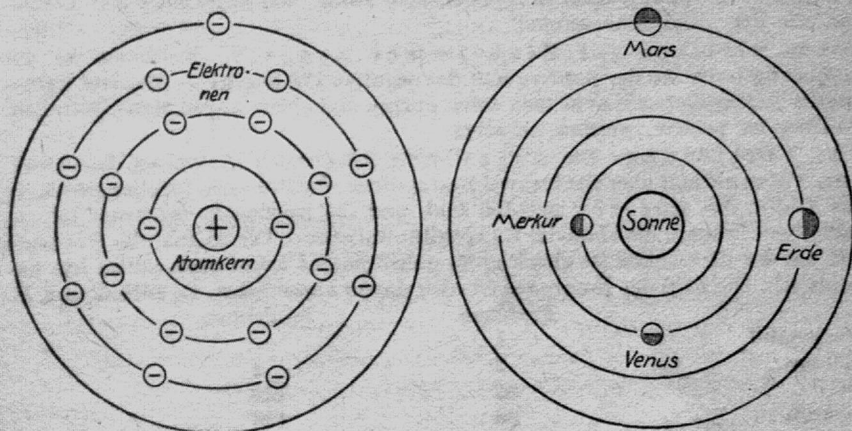
Beobachtungen: Untersuche Kohle, Kupfer, Zink, Zinn, Eisen, Aluminium
a) in Salzwasser, in Salmiaklösung,
b) in einer Lauge,
c) in verdünnter Salzsäure, in verdünnter Schwefelsäure!

Die in dem Element entstandene Elektrizität nennt man nach ihrem Entdecker galvanische Elektrizität.

4. Warum klingelt es nur, wenn man auf den Druckknopf drückt?

Beobachtungen: Untersuche den Druckknopf! Schraube die Verschlußkappe ab! Beobachte, wie die beiden Messingfedern liegen! Schalte Druckknopf, Klingel und Taschenbatterie zusammen! Drücke die beiden Messingfedern zusammen, lasse wieder los!

Jeder Stoff (Eisen, Kupfer, Wasser usw.) ist aus kleinsten Teilen zusammengesetzt, die man Atome nennt. Jedes Atom besteht aus einer Atomhülle und einem Atomkern. In der Hülle umkreisen die Elektronen den Kern mit rasender Geschwindigkeit, so wie die Planeten sich um die Sonne bewegen (Abb. 64). Die Elektronen sind winzig klein. Ist z. B. ein Atom so groß wie ein vierstöckiges Haus, dann ist ein Elektron so groß wie ein Stecknadelknopf. Geradeso wie im allgemeinen jeder Mensch Geld besitzt, so hat auch jeder Körper Elektronen. Aber wie der eine Mensch viel, der andere wenig Geld hat, so hat auch der eine Stoff viel (Zink), der andere wenig Elektronen (Kupfer, Kohle). Geradeso wie es bei uns für alle Leute nur einerlei Geld gibt, so gibt es auch für alle Körper nur einerlei



Elektronen umkreisen den Atomkern wie Planeten die Sonne

Abb. 64

Elektrizität. Elektronenreiche Körper bezeichnete man früher, als man noch nichts von den Elektronen wußte, als n e g a t i v, elektronenarme als p o s i t i v. Das ist bis heute so geblieben; darum bezeichnet man auch jetzt noch die Elektrizität als positiv und negativ, obwohl es nur einerlei Elektrizität gibt.

Die elektronenarmen Körper haben das Bestreben, Elektrizität aufzunehmen, die elektronenreichen Körper das Bestreben, Elektronen abzugeben. Daher fließen die Elektronen von negativ zu positiv. Man redet deshalb von einem e l e k t r i s c h e n S t r o m. Man kann ihn sich so vorstellen: Wenn ein langes Rohr mit kleinen Kugeln vollgepfropft ist, so geht keine mehr hinein. Drücken wir jedoch mit Gewalt an einem Ende noch eine Anzahl Kugeln hinein, so werden am anderen Ende ebenso viele Kugeln herausfallen. Aber in diesem Augenblick ist im Rohr ein Kugelstrom. Denken wir uns statt des Rohres den elektrischen Leitungsdraht und statt der Kugeln die Elektronen, so können wir uns vorstellen, wie sich die Elektronen fortbewegen. Sie fließen aber sehr langsam. Die Meinung, daß der elektrische Strom mit der rasenden Geschwindigkeit von 300 000 km/sec. fließt, ist falsch. Wenn ich den Wasserhahn öffne, so „drückt" das Wasser im Hochbehälter s o f o r t gegen diese offene Stelle; der „Druck" pflanzt sich also sehr schnell fort, das Wasser aber fließt langsam. Ähnlich ist es bei der Elektrizität; wenn an einem Drahtende ein Druck ist, so pflanzt sich dieser mit der Schnelligkeit

von 300 000 km/sec. fort, die Stromgeschwindigkeit ist aber sehr klein. Früher sagte man: Der Strom fließt von positiv zu negativ. Obwohl wir es heute besser wissen, müssen wir uns dem Sprachgebrauch fügen.

Man unterscheidet positive und negative Elektrizität; der elektrische Strom fließt vom positiven zum negativen Pol. Er kann aber nur fließen, wenn nirgends eine Lücke ist. Eine solche findet sich im Druckknopf der Klingel. Drückt man darauf, so ist der Stromkreis geschlossen; es klingelt.

Aufgaben: a) Wie fließt der „technische Strom" der Ingenieure und Techniker, wie der „Elektronenstrom?"

b) Im Element ist Zink immer negativ. Bestimme an der Taschenbatterie, wo der positive und der negative Pol liegen! — An einer unverletzten Taschenbatterie sieht man einen kurzen und einen langen Messingstreifen. Welcher ist positiv, welcher negativ?

Zur Vertiefung: Die negativen Elektronen umkreisen den Atomkern. Dieser enthält aber wieder zwei Bestandteile: die Protonen (proton griech. = das Erste), die positiv geladen sind, und die Neutronen (neutrum lat. = keines von beiden), die keinerlei Elektrizität aufweisen. Die Anzahl der Protonen und die der Elektronen ist gleich groß, daher ist das Atom nach außen hin unelektrisch. Die Zahl der Neutronen ist aber davon verschieden. Es enthalten z. B.

	Protonen	Neutronen
Wasserstoff	1	—
Helium	2	2
Blei	82	125
Radium	88	138
Uran	92	146

Die Anzahl der Protonen bestimmt das Wesen des Atoms,und da jedes Element aus Atomen besteht, damit auch das Wesen des Elementes. Jedes Atom eines bestimmten Elementes hat immer die gleichbleibende Anzahl von Protonen: Wasserstoff 1, Helium 2, Kohlenstoff 6, Sauerstoff 8, Natrium 9, Magnesium 12, Phosphor 15, Schwefel 16, Chlor 17, Kalium 19, Calcium 20 usw. bis zum Uran mit 92 Protonen. Wenn es gelingt, in einem Atom die Zahl der Protonen zu vermehren oder zu vermindern, so entsteht dadurch ein ganz anderes Atom und damit auch ein ganz anderes Element.

Daher versuchten die Gelehrten seit Jahrzehnten, die Protonen und Neutronen in einem Atom zu trennen. Sie ahmten dabei die Natur nach: Es ist bekannt, daß Radium im Dunkeln leuchtet. Dabei sendet es kleinste Teilchen aus und verwandelt sich dadurch nach und nach in Blei. Das Radium ist auf die gleiche Weise aus Uran entstanden. Das Bestreben der Wissenschaftler ging nun dahin, durch Umwandlung der Atomkerne ein Element in ein anderes zu verwandeln. Man bezeichnet diesen Vorgang gewöhnlich als „Atomzertrümmerung".

Einem Engländer (Rutherford) glückte es 1919 das erstemal: er verwandelte Stickstoff und Helium in Sauerstoff und Wasserstoff. Dieser Erfolg ermunterte die Gelehrten zu weiteren Versuchen. Dazu benützten sie das Uran. Man „beschoß" es mit Neutronen; dadurch wurden dessen Atomkerne zerstört. Dabei werden aber immer wieder andere Neutronen frei, die wieder auf andere Kerne treffen und diese zertrümmern. Der Vorgang wächst lawinenartig an und entfaltet dabei eine ungeheure Energie. Um welche Kräfte es sich dabei handelt, sagen das Wort „Atombombe" und die Schilderungen über Hiroshima und Nagasaki.

5. Warum verbinden wir Klingel und Batterie immer durch einen Draht?

Beobachtungen: a) Verbinde den einen Pol der Taschenbatterie mit dem Gewindeteil der Glühbirne, den anderen Pol mit dem Metallknopf auf dem Boden der Birne! Die Birne leuchtet.

b) Schalte in den Stromkreis der Reihe nach ein: Münzen, Nägel, Schrauben, Drahtstücke aus Kupfer, Eisen, Aluminium, Blechstreifen (wenn Lack- oder Farbüberzug vorhanden ist, so muß dieser abgekratzt werden!), Stücke von Kohle aus einer Taschenbatterie, Graphit aus einem Bleistift, eine Strecke Wasser oder Kochsalzlösung oder eine Säure in einem Gefäß, ein Stück Holz, Schnur, Glas, Gummi, Porzellan!

Metalle, Kohle, Graphit, Salz- und Säurelösungen leiten die Elektrizität gut; die Elektronen kommen leicht hindurch. Man nennt sie gute Leiter.

Holz, Hanf, Glas, Gummi, Porzellan leiten die Elektrizität nicht; die Elektronen kommen schwer oder gar nicht hindurch. Man nennt sie Nichtleiter oder Isolatoren. Andere Isolatoren sind Leder, Wolle, Seide, Glimmer, Wachs, Paraffin, Schellack.

Aufgaben: a) Warum sind Klingel und Batterie durch einen Metalldraht verbunden?

b) Welche Isolatoren befinden sich an den Drähten der Lichtleitung, am Schalter, Bügeleisen, Tauchsieder, Fön usw.? Suche nach weiteren Isolatoren in deiner Wohnung!

c) Beobachte die Art der Isolatoren an Telegraphen- und Telephonleitungen, an Haus- und Überlandleitungen!

d) Wie sind die Werkzeuge des Elektrotechnikers isoliert? Warum?

e) Warum muß die Steckdose in der Waschküche besonders geschützt sein? Warum dürfen in einem Baderaum überhaupt keine Steckdosen angebracht werden? Warum sind die Pole einer Steckdose versenkt und gegen Berührung mit den Fingern geschützt?

6. Warum enthält die Klingelanlage zwei Rollen umsponnenen Drahtes?

Beobachtungen: a) Bestimme an einer Taschenbatterie den positiven, den negativen Pol! Leite den Strom über eine Magnetnadel! (Abb. 65.) Leite den Strom einmal oben, einmal unten über die Nadel!

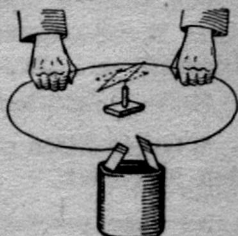


Abb. 65

Der elektrische Strom lenkt die Magnetnadel aus ihrer Richtung ab. Darum dient die Magnetnadel als Galvanoskop, d. h. ihre Ablenkung zeigt das Vorhandensein eines elektrischen Stromes an.

b) Mache mehrere Windungen um die Nadel und beachte jetzt die Ablenkung! (Abb. 66.)

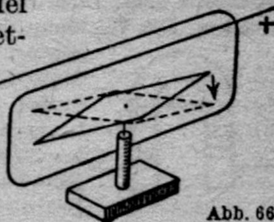


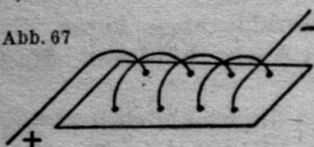
Abb. 66

Enthält der Apparat noch eine Skala zum Ablesen der Stärke der Elektrizität, so nennt man ihn Galvanometer.

c) Stich in einen Pappdeckel von etwa 10 bis 15 cm Länge mit einem Nagel ungefähr ein Dutzend Lochpaare so hinein, daß man einen isolierten Kupferdraht hindurchziehen kann (Abb. 67), schließe die beiden Enden der Spirale an die Pole einer Taschenbatterie! Bestreue den waagrecht gelegten Pappdeckel durch ein enges Sieb mit Eisenfeilicht und klopfe mit dem Finger leicht an den Pappdeckel! Zeichne, wie die sich bildenden Kraftlinien innerhalb der Spule, außerhalb der Spule verlaufen!

d) Untersuche mit einer Magnetnadel, welcher Pol am rechten, am linken Ende der Spule entstanden ist! (Wird die Spule wie in Abb. 67 umflossen, so ist der Nordpol links, der Südpol rechts.)

Abb. 67



e) Stelle die Spule schief und nähere dem unteren Ende eine Schreibfeder! Warum wird sie hineingezogen?

f) Durchstoße einen Pappdeckel mit einer Stricknadel und verbinde die beiden Enden mit einer Taschenbatterie! Gib Eisenfeilicht durch ein Sieb auf den Pappdeckel! Leicht anstoßen! Beachte das magnetische Kraftfeld, die magnetischen Kraftlinien! (Abb. 68.)

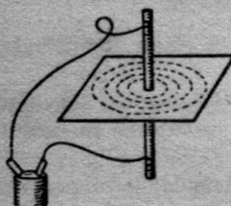


Abb. 68

g) Bringe ein Stück weiches Eisen an Eisenfeilicht! Warum zeigt sich keinerlei Anziehung? — Umwickle nun das Eisenstück mit zahlreichen Windungen eines isolierten Leitungsdrahtes, der mit einer Taschenbatterie verbunden ist! Bringe das Eisenstück jetzt an Eisenfeilicht! — Unterbrich den Stromkreis! — Warum fällt das Eisenfeilicht jetzt ab? — Stelle die Verbindung wieder her und bestimme an dem Eisenstück mit einem Kompaß den Nord- und Südpol!

Der elektrische Strom macht unmagnetisches Eisen magnetisch. Einen solchen Magneten nennt man Elektromagneten. Der auf diese Weise entstandene Magnetismus heißt Elektromagnetismus. Dieser dauert nur so lange, als der Strom das weiche Eisen umfließt.

h) Mache den gleichen Versuch mit einer Stricknadel!

Weiches Eisen gibt einen vorübergehenden, Stahl einen dauernden Magneten.

Bei einem gewöhnlichen Magneten kann man beide Pole zum Heben von Lasten verwenden, indem man ihn in Hufeisenform biegt. Beim Elektromagneten kann man das auch machen. Die Wicklung der beiden Pole muß aber in entgegengesetzter Richtung erfolgen (Abb. 69). Statt eines in Hufeisenform gebogenen Stabes kann man auch zwei durch Leitungen in Verbindung stehende Eisenstäbe benützen. Diese Eisenstäbe sind dann mit Holzspulen umgeben, auf denen man die Drahtwicklungen anbringt.

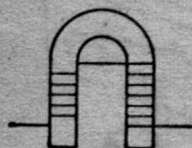


Abb. 69

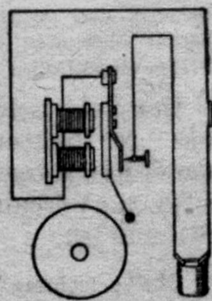


Abb. 70

i) Suche an der elektrischen Klingel die Elektromagneten, die Eisenstäbe, die Wicklungen! Was zieht hier der Elektromagnet an? Welche Wirkung tritt ein?

k) Erkläre die Gesamtanlage der elektrischen Klingel! (Abb. 70.) Gib den Stromverlauf an, die Wirkung und Bedeutung der einzelnen Teile!

Durch einen Druck auf den Druckknopf ist der Stromkreis geschlossen. Der Elektromagnet wird magnetisch und zieht den Anker an; der Klöppel schlägt an die Glocke. Da sich aber der Anker von der Schraube entfernt hat, ist der Strom unterbrochen, der Elektromagnet wird unmagnetisch; der Anker schnellt wieder an die Schraube zurück. Der Stromkreis ist wieder geschlossen usw.

Aufgaben: a) Warum muß der Eisenkern des Magneten aus weichem Eisen sein?

b) Woher mag es kommen, daß die Glocke tönt, auch wenn man nicht auf den Druckknopf drückt?

c) Welche Ursachen sind möglich, wenn die Klingel versagt? Denke an das Element, die Leitung, die Glocke, den Druckknopf!

d) Bei manchen Ladentüren klingelt es, wenn man öffnet. Erkundige dich bei dem Besitzer, wie diese Einrichtung beschaffen ist!

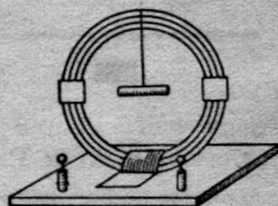


Abb. 71

e) Fertige ein Galvanoskop (Abb. 71): Wickle um ein Fläschchen bis zu 50 Windungen eines umsponnenen Drahtes von 0,2 mm Stärke! Binde den erhaltenen Drahtring nach dem Abnehmen an mehreren Stellen mit einem Seidenfaden oder einem Isolierband zusammen, entferne an den Drahtenden die Isolierung! Den Ring mit einem Streifen Wellpapier und einigen Nägeln auf einem Brettchen befestigen, die blanken Drahtenden mit den Klemmschrauben verbinden! Hänge ein Stück Stricknadel, das vorher magnetisiert wurde, an einen Seidenfaden oder Menschenhaar in den Ring!

f) Wie kann man mit dem Galvanometer 1. das Vorhandensein eines Stromes, 2. die Richtung des Stromes, 3. die Stärke des Stromes nachweisen?

7. Anwendung der elektrischen Klingel bzw. des Magneten.

I. Der Telegraph.

Beobachtungen: a) Wie sind die Drähte an den Telegraphenstangen befestigt? Aus welchem Stoff bestehen Drähte und Isolatoren?

b) Wenn es möglich ist, bringe ein Telegramm in die Schule mit!

c) Führe bei der elektrischen Klingel den einen Leitungsdraht in der üblichen Weise zur Klemmschraube, den anderen unmittelbar an den Anker, wie es Abb. 72 zeigt! Warum ertönt statt des fortwährenden Rasselns nur ein einzelner Glockenschlag? Gib durch Öffnen und Schließen des Stromkreises Zeichen!

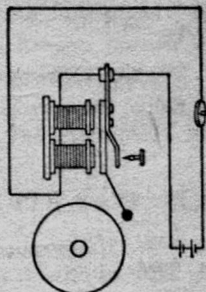


Abb. 72

Denkt man sich die Glocke durch eine Papierrolle, die durch ein Uhrwerk in Bewegung gesetzt ist, den Klöppel durch einen Schreibstift ersetzt, so ist der Telegraph fertig. Bei längerem Stromschluß gibt es einen Strich, bei kurzem einen Punkt.

d) Erkläre nach Abb. 73 Bau und Wirkung einer Telegraphenanlage!

Drückt man in der Sendestation auf den Taster, so ist der Stromkreis geschlossen. In der Empfangsstation wird der Elektromagnet magnetisch und zieht den Anker an, der Schreibstift wird an das

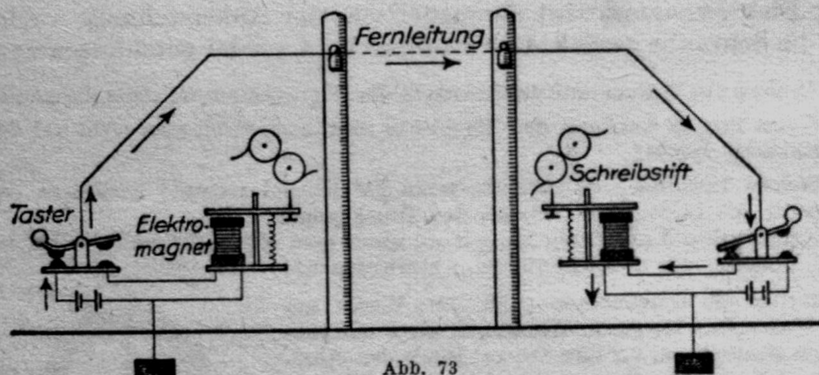


Abb. 73

Papier gedrückt und bringt hier ein Zeichen hervor: bei kurzem Stromschluß einen Punkt, bei langem einen Strich.

Die heute noch im internationalen Telegraphenverkehr verwendete, von Morse eingeführte Zeichenschrift setzt sich ausschließlich aus Punkten und Strichen zusammen.

Die heutige Telegraphie nimmt die Schreibmaschine zu Hilfe. Diese schickt Stromstöße durch den Leitungsdraht; in der Empfangsstation werden Buchstaben auf einen Papierstreifen gedruckt, der auf ein Formular geklebt wird. Dieses stellt uns der Telegraphenbote zu.

Aufgaben: a) Warum hat die Telegraphenleitung keine Rückleitung? Beachte in Abb. 73 die Kupferplatten in der Erde!

b) Warum sind die Drähte nicht umsponnen?

c) Warum müssen zerbrochene Isolatoren sofort ersetzt werden?

d) Warum sägt man Baumzweige ab, die in die Nähe der Leitung kommen?

e) Schau im Verzeichnis der Postgebühren nach, was Telegramme kosten! Setze ein Telegramm auf und berechne seinen Preis!

II. Der elektrische Türöffner

ist in der Hauptsache ein Elektromagnet. Eine starke Feder ist dauernd bestrebt, die Türe zu öffnen. Sie wird aber daran durch einen Nagel gehindert; dieser sitzt auf dem Anker eines Elektromagneten und kann so durch Schließen des elektrischen Stromes aus dem Wege gezogen werden.

Das elektrische Glühlicht.

1. Wie entsteht das Licht in der Glühbirne?

Beobachtungen: a) In welchen Räumen ist das elektrische Licht eingerichtet? Vergleiche mehrere Glühbirnen nach Größe und Aussehen!
b) Erhitze den Sockel einer ausgebrannten Glühbirne über einer Spiritusflamme und löse ihn mit der Zange vom Glaskörper ab! Achte auf die Verbindungsstellen des Sockels mit den Drähten der Lampe!
c) Zerschlage vorsichtig den Glaskörper einer ausgebrannten Glühbirne und betrachte den Metallfaden, wenn möglich durch ein Vergrößerungsglas!
d) Schalte die elektrische Taschenlampe ein, berühre die leuchtende Glühbirne! Was spürst du?
e) Lege an die beiden Pole einer frischen Taschenbatterie je einen Leitungsdraht, verbinde die beiden freien Enden durch einen Nickelindraht von einigen cm Länge und 0,2 mm Dicke! Beobachte, wie der Draht glüht!

Die Elektrizität erwärmt den Leiter, durch den sie fließt. Die Wärme kann bis zum Glühen und Schmelzen gesteigert werden.

Die Erfindung der Glühlampe verdanken wir Heinrich Goebel, der 1854 in Amerika die erste Glühbirne herstellte. Edison vervollkommnete sie 1879 zur brauchbaren Kohlenfadenlampe.

Zuerst verwendete man den Kohlenfaden, später aber Metallfäden aus Tantal, Osmium, Wolfram und Osram. So ein Metallfaden ist sehr dünn (nur 0,008—0,015 mm), aber ziemlich lang, fast ½ m. Er ist „gewendelt“, d. h. in Spiralen aufgewickelt, so daß er nur eine scheinbare Länge von etwa 7 cm aufweist.

Aufgaben: a) Warum muß die Birne luftleer sein? Warum können sich in ihr keine Verbrennungsgase bilden?
b) Warum müssen wir aber doch von Zeit zu Zeit eine neue Birne kaufen? (Der Metallfaden verdampft allmählich in der großen Hitze, wird immer dünner und brennt schließlich durch. Nach etwa 1000 Brennstunden arbeitet die Glühbirne unwirtschaftlich und wird am besten durch eine neue ersetzt.)
c) Untersuche einen elektrischen Lichtschalter (aber ja nicht, solange er in die Wand eingelassen ist und unter Strom steht)! Mache dir seine Wirkung klar!
d) Wie können Sprengladungen auf weite Entfernungen zur Entzündung gebracht werden?

2. Warum ist manche Wohnung plötzlich ohne elektrischen Strom?

Beobachtungen: a) Was kann man hören und sehen, ehe der Strom plötzlich ausbleibt? Am häufigsten geschieht es während des Bügelns. Hast du gesehen, woran es meistens fehlt?
b) Wie sucht man diese Mängel wieder abzustellen?
c) Halte an die beiden Pole einer Taschenbatterie ein Glühlämpchen so, daß der eine Messingstreifen den Sockel, der andere das Gewinde der Birne berührt! Warum leuchtet das Lämpchen? — Entferne die Glühbirne und verbinde die beiden Metallstreifen für kurze Zeit mit einem Stück umsponnenen Draht! Beobachte!

Wenn das Lämpchen eingeschaltet ist, muß der Strom durch die Glühdrähte des Lämpchens; ist es aber ausgeschaltet, so ist der Weg des Stromes viel kürzer, die Leitung ist „kurz geschlossen“, es ist „Kurzschluß“ entstanden. Der Leitungsdraht wird heiß, zuletzt glühend. Liegen brennbare Gegenstände (Wäsche, Stroh, Heu) in der Nähe, so geraten sie in Brand.

Kurzschluß tritt ein, wenn die isolierende Hülle der Leitungsdrähte durch Feuchtigkeit oder Abscheuerung durchbrochen ist, so daß sich die Drähte metallisch berühren.

Wenn zu viele Geräte an die Leitung angeschlossen werden, erhitzt sich der Leitungsdraht und schmilzt durch.

d) Wie sichert man sich gegen die Gefahren des Kurzschlusses? In den Stromkreis einer Taschenbatterie schalten wir ein Glühlämpchen und einen Lamettafaden (an Stecknadeln auf einem Kork herumwickeln (Abb. 74). Von der Leitung führen wir auf eine kurze Strecke die blanken Drähte nebeneinander. Bei Stromschluß leuchtet das Lämpchen auf. — Überbrücke die blanken Drähte dadurch, daß du eine Stricknadel darüberlegst! Beobachte das Lämpchen, den Lamettafaden!

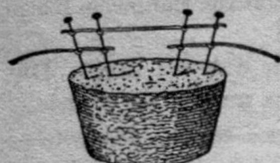


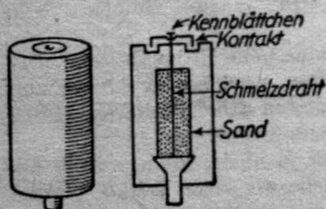
Abb. 74

e) Untersuche eine alte Sicherung (Hammer, Zange)! Suche alle die Teile, die die Abb. 75 zeigt!

Die Sicherung beseitigt die Gefahren des Kurzschlusses. Sie enthält einen dünnen Draht, der durchschmilzt, wenn sich die Leitung an einer Stelle erhitzt. Dadurch wird die gesamte Leitung stromlos.

Aufgaben: a) Stelle die möglichen Ursachen zusammen, wenn in einer Wohnung Kurzschluß entsteht!

b) Manchmal brennt die Sicherung durch, ohne daß das Kennblättchen wegfällt. Prüfe nach Abb. 76, welche Sicherung beschädigt ist!



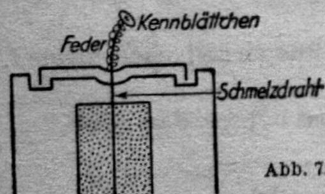


Abb. 75

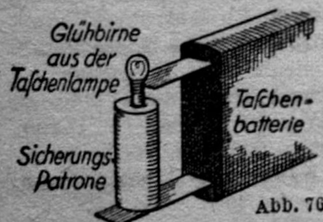
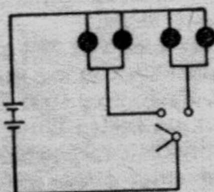
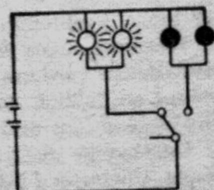
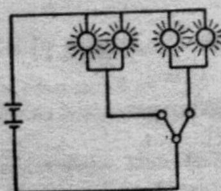
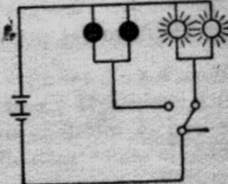


Abb. 76









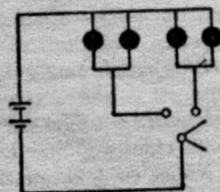
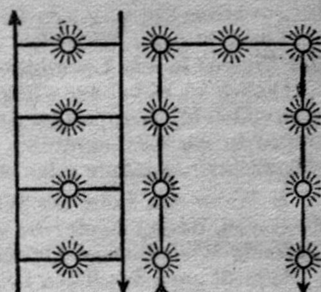


Abb. 77

c) Warum darf man eine zerstörte Sicherung nicht flicken? (Brandgefahr; alle Feuerversicherungen lehnen eine Entschädigung ab, wenn der Brand infolge einer überbrückten Sicherung entstanden ist.)

d) Manchmal brennt aber nur eine einzige Glühbirne nicht. Woran liegt dieses Mal die Ursache?

e) In unserem Schulzimmer brennen 4 Lampen; beim ersten Griff am Schalter leuchten die 2 vorderen auf, beim nächsten alle 4, beim 3. erlöschen die vorderen, beim 4. auch die hinteren. Wie ist die Schaltung? Betrachte genau Abb. 77!


Abb. 78

f) Die Lampen unserer Beleuchtungsanlagen sind in der Regel parallel geschaltet, d. h. jede Lampe liegt unmittelbar an beiden Leitungen. — Bei der Beleuchtung des Weihnachtsbaumes finden wir die Hintereinanderschaltung. Stelle den Unterschied nach Abb. 78 fest! In welchem Falle erlöschen sämtliche Birnen, wenn eine ausgeht? In welchem Falle kann man eine Birne aus der Fassung schrauben, ohne daß die anderen erlöschen?

3. Weitere Anwendungen der elektrischen Wärme.

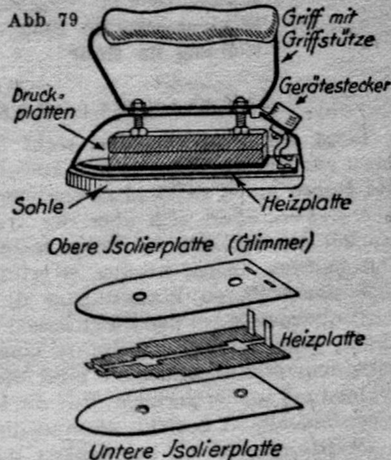
B e o b a c h t u n g: Wickle einen 1 mm dünnen Blumendraht um einen Bleistift zu einer Spirale; lege diese in das Wasser, verbinde die beiden Enden mit einer Taschenbatterie! Halte ein Thermometer in das Wasser und beobachte 5 Minuten lang die Temperatur!

Alle Elektrowärmegeräte haben grundsätzlich den gleichen Aufbau; der elektrische Strom fließt durch einen Heizkörper aus Metalldrähten.

Derartige Geräte sind das elektrische Bügeleisen, der Fön, der Tauchsieder, das Heizkissen, Kochplatten, elektrische Kochherde und Bratöfen, Kaffeemaschinen, Heißwasserspeicher, Heizsonnen, Strahlöfen usw.

A u f g a b e n: a) Welche dieser Geräte hast du zu Hause? Sprich über ihre Verwendung!

b) Beschreibe den Aufbau des elektrischen Bügeleisens! Verwende die Abb. 79!

Abb. 79


Aufbau eines Bügeleisens

c) Beobachte einen Schlosser oder Spengler beim elektrischen Schweißen und Löten!

4. Wie wird der elektrische Strom gemessen?

a) D i e e l e k t r i s c h e n G r u n d m a ß e.

1. Wir vergleichen den elektrischen Strom mit einer Wasserleitung. In dem Hochbehälter sammelt sich das Wasser und fließt von hier aus durch die Lei-

tungsrohre in die einzelnen Häuser und Wohnungen. Je höher der Hochbehälter liegt und je mehr Wasser er enthält, desto größer ist der Druck, mit dem das Wasser in die Leitungsrohre gepreßt wird.

Ähnlich ist es bei der Elektrizität. Je mehr Elektrizität in dem Elektrizitätswerk entsteht, desto größer ist auch der Druck, mit dem die einzelnen Elektronen in die Leitungsdrähte hineingepreßt werden. Diesen Druck nennt man elektrizitätsbewegende oder elektromotorische Kraft, kurz Spannung.

2. Wenn das Rohr der Wasserleitung einen großen Durchmesser besitzt, so fließt viel Wasser hindurch; ist der Durchmesser klein, so ist auch die durchfließende Wassermenge kleiner.

So fließt auch durch den Leitungsdraht je nach seinem größeren oder kleineren Querschnitt eine größere oder kleinere Elektrizitätsmenge; man nennt diese die Stromstärke.

3. Wenn das Wasser vom Hochbehälter zu den Wohnungen fließt, so stellt sich ihm dabei ein Widerstand entgegen, weil es sich an den Innenwänden der Röhre reibt. Diese Reibung oder diese Widerstände werden um so größer sein, je länger das Rohr, je kleiner sein Durchmesser und je rauher das Material ist. (Denke an Beton oder Metall!)

Ähnlich ist es bei der elektrischen Leitung. Auch hier setzt der Draht den durchgehenden Elektronen Widerstand entgegen. Dieser wird um so größer sein, je länger die Leitung, je kleiner der Querschnitt und je weniger leitungsfähig das Material (Eisen — Kupfer) ist. Es ist um so kleiner, je . . .

Also: Wasserleitung	elektrische Leitung
Wasserdruck im Hochbehälter	Spannung
Wassermenge im Rohr	Stromstärke
Reibung im Rohr	Widerstand

b) Zusammenhang der 3 Grundbegriffe:

Liegt der Wasserbehälter recht hoch, so wird sich in den Leitungsrohren dann ein starker Wasserstrom ausbilden, wenn die Leitung nur kurz ist, wenn die Rohre innen recht glatt sind und wenn sie einen großen Durchmesser besitzen. Vergrößert sich aber der Widerstand auf das Doppelte (oder 3- oder 4fache) dadurch, daß die Rohre länger und auf der Innenfläche rauher und ihre Durchmesser kleiner werden, so wird auch nur mehr die Hälfte (der 3. oder 4. Teil) der früheren Wassermenge durchfließen.

Ähnlich ist es bei der Elektrizität: Wenn die Spannung (= der Druck) gleichbleibt, aber die Leitungsdrähte länger und dünner werden oder aus schlecht leitendem Metall bestehen, muß die Stromstärke abnehmen. Wird aber der Widerstand immer geringer, weil die Leitung aus kurzen, dicken Drähten aus gut leitendem Metall besteht, so muß die Stromstärke wachsen.

Ebenso können wir uns denken, daß um so weniger Wasser in den Leitungsrohren fließen wird, je niedriger der Hochbehälter liegt oder je weniger Wasser er selbst enthält. — Genau so wird die elektrische Stromstärke abnehmen, wenn die Spannung abnimmt; die Stromstärke wird zunehmen, wenn die Spannung zunimmt.

Die Stromstärke nimmt zu mit der Spannung; sie nimmt ab mit der Vergrößerung des Widerstandes (= Ohmsches Gesetz).

Georg Simon Ohm (1789—1854) begann mit 16 Jahren sein Studium an der Universität. Er mußte es jedoch aufgeben, da ihm die Geldmittel fehlten.

Deshalb gab er Unterricht an einer Schweizer Schule. Später kam er als Lehrer an ein Gymnasium in Köln. Hier machte er die Untersuchungen, die ihn zur Entdeckung des „Ohmschen Gesetzes“ führten (1826). Später wurde er Direktor der Polytechnischen Schule in Nürnberg. Seine wissenschaftlichen Arbeiten wurden kaum beachtet. Das änderte sich erst, als man in Frankreich die gleichen Entdeckungen machte und sie veröffentlichte. 1850 wurde Ohm Hochschulprofessor in München.

c) Die Maßeinheiten.

Die Spannung mißt man nach Volt (V), die Stromstärke nach Ampère (A), den Widerstand nach Ohm (Ω).

Ist die Stromstärke 1 A und der Widerstand 1 Ω, so ist die Spannung 1 V.

Will	man	2 A	bei	1 Ω,	so	muß	die	Spannung	2 V sein,
„	„	2 A	„	2 Ω	„	„	„	„	4 V „
„	„	3 A	„	3 Ω	„	„	„	„	9 V „

Also: A mal Ω = V.

Oder: $V = A \cdot \Omega$; $A = V : \Omega$; $\Omega = V : A$.

Aufgabe: Umwickle eine Glasröhre mit zahlreichen Windungen eines isolierten Drahtes! Verbinde die beiden Enden mit der Taschenbatterie! Nähere eine Stricknadel der Glasröhre! Sie wird hineingezogen.

Auf dieser elektromagnetischen Wirkung beruhen Voltmeter und Ampèremeter, mit denen man V und A mißt. Beide sind völlig gleich; sie unterscheiden sich nur durch die Skala (V oder A). Aus praktischen Gründen gibt man jedoch dem Voltmeter meist einen großen inneren Widerstand. — Die Ohm werden berechnet.

d) Das Maß der elektrischen Arbeit.

Die Arbeit, die ein Strom von 1 A Stromstärke und 1 V Spannung in 1 sec. leistet, heißt 1 Watt (W).

1 A	Stromstärke	leistet	bei	1 V	Spannung	1 W
2 A	„	leisten	„	1 V	„	2 W
2 A	„	„	„	2 V	„	4 W
3 A	„	„	„	3 V	„	9 W

Also: A mal V = W.

Oder: $W = V \cdot A$; $V = W : A$; $A = W : V$.

1000 W = 1 Kilowatt (kW)

1 kW 1 Stunde lang = 1 Kilowattstunde (kWh).

Aufgaben: Berechne, was der Strom kostet!

a) Verschaffe dir vom zuständigen Elektrizitätswerk die „Allgemeinen Tarifpreise“! Frage deine Eltern, ob sie den Haushalttarif I oder II haben. Wie groß ist der Jahresgrundpreis, der Arbeitspreis? Berechne die monatlichen Kosten! (Den Verbrauch kannst du am Zähler ablesen.)

b) Die Stromstärke in den Wohnungen ist in der Regel 6 A, die Spannung 220 V; es können also Geräte bis $6 \cdot 220 = 1320$ W angeschlossen werden. Es ist ein Heizofen mit 1000 W eingeschaltet; die Mutter möchte noch bügeln (450 W). Urteile! — Welche elektrischen Geräte kannst du ohne Gefahr gleichzeitig in deiner Wohnung einschalten?

c) Auf einem Bügeleisen steht: 110/125 Volt, 450 Watt, d. h. es kann für eine Spannung von 110—125 V benützt werden, und es nimmt eine Leistung von 450 W = 0,45 kW auf. Was kostet die Bügelstunde bei einem Strompreis von 15 Pfennig? — Was geschieht, wenn man das Bügeleisen an eine Leitung mit 220 V anschließt? — Berechne den Strompreis für ein Glühlämpchen von 75 W! — Berechne von mehreren im Haushalt verwendeten Geräten, was eine Stunde Arbeit kostet!

d) Berechne die Stromkosten für jedes Gerät durch Ablesen vom Zähler nach 1 Arbeitsstunde!

Der Fernsprecher.

1. Wir telephonieren.

Beobachtungen: a) Berichte über die äußere Einrichtung eines Fernsprechapparates!

b) Berichte, wie du den Apparat benützest!

c) Verbinde 2 gute Radiokopfhörer mit Leitung und Rückleitung, die so lang sind, daß du 2 Zimmer miteinander verbinden kannst! Nun telephoniere mit einem Kameraden, einer spricht gegen den Kopfhörer, der andere hört!

d) Schraube von einem Hörer die Muschel ab und betrachte das Innere!

Außer dem galvanischen Strom, der in dem Element entsteht, gibt es auch Induktionsströme. Diese entstehen immer dann in einem guten Leiter, wenn in seiner Nähe elektrische Ströme entstehen oder verschwinden, oder wenn Magnetismus entsteht oder verschwindet.

Die Induktionsströme sind immer von kurzer Dauer; sie haben abwechselnd entgegengesetzte Richtung. Folgen sie sehr schnell aufeinander, so heißen sie Wechselströme (∞). Im Gegensatz dazu heißt der Strom des galvanischen Elementes, der immer nach der gleichen Richtung fließt, Gleichstrom ($=$).

Im Fernsprecher wirkt die Magnetinduktion. Da diese Ströme aber schwach sind, ist die Reichweite eines solchen Telephons gering.

2. Wie kann man den Klang der Stimme verstärken?

Beobachtungen: a) 2 Kohlenstäbchen (einer Taschenbatterie) und ein Glühlämpchen werden in den Stromkreis einer Taschenbatterie eingeschaltet, die beiden Stäbchen durch Auflegen eines dritten verbunden (Abb. 80). Drücke das 3. Stäbchen auf das 1. und 2., lasse mit dem Druck nach, beobachte jedesmal das Lämpchen! — Gegen die Kohlenstäbchen sprechen, singen; das Lämpchen beobachten!

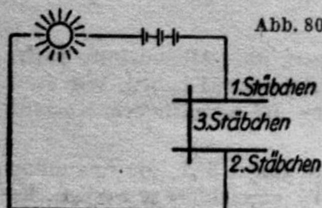


Abb. 80

b) Schalte statt des Lämpchens einen Kopfhörer ein, lege die 3 Stäbchen auf den Deckel einer Zigarrenkiste, neben die Stäbchen eine Taschenuhr! Horche auf das Ticken der Uhr im Hörer! — Bringe die Stäbchen durch leichtes Berühren gegeneinander in Bewegung! Horche dabei im Kopfhörer!

Durch Vermehren und Vermindern des Druckes innerhalb der Leitung entstehen Schwankungen in der Stromstärke. Darauf beruht das Mikrophon. Beim Sprechen wird der Strom nicht erst erzeugt, sondern ein vorhandener Strom aus Elementen wird verstärkt und geschwächt.

c) Schneide 2 Blechstücke so, daß sie gerade in den Boden und Deckel einer kleinen Pillen- oder Zigarettenschachtel passen! An jedes Blech löte ein Stück Kupferdraht, das seitlich zum Boden und Deckel eingeführt wird! Zerkleinere Batteriestifte und fülle mit den Körnern die Schachtel vollständig an und verschließe sie! Schalte sie mit Taschenbatterie und Kopfhörer zusammen! Lege die Taschenuhr auf dieses Mikrophon!

Im Körnermikrophon ist der Boden eine Kohlenplatte, der Deckel aus Metall. Dazwischen liegen die Kohlekörner.

In unseren heutigen Fernsprechhörern sind zwei Geräte vereinigt, das Mikrophon, in das wir sprechen, und das Telephon, mit dem wir hören (Abb. 81).



Abb. 81

Aufgaben: a) Beschreibe nach Abb. 82 den Vorgang des Telephonierens!
b) Warum darf die Sprechplatte im Fernsprecher nicht aus Kupfer oder Messing sein?

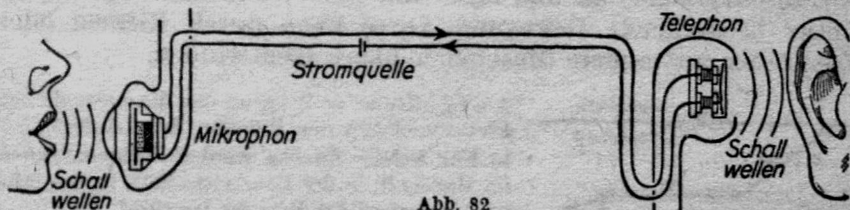


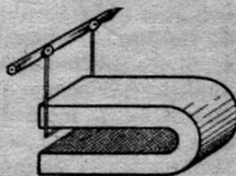
Abb. 82

c) Warum braucht der Stahlstab im Telephon nicht von vornherein magnetisch zu sein?
d) Durch das Ziehen der Nummernscheibe entstehen beim Rücklauf — also nicht beim Drehen — Stromstöße, die die gewünschte Verbindung herstellen. Warum ist es notwendig, die Nummernscheibe ganz bis zum Haken zurückzuschlagen? Warum darf man die Nummernscheibe bei ihrem Rücklauf nicht noch antreiben?
e) Die Bedeutung des Fernsprechers im heutigen Wirtschaftsleben.
f) Vergleiche Telegraph und Telephon nach Einrichtung und Wirkung!

Der Elektromotor.

1. Wie wird der Elektromotor bewegt?

Beobachtungen: a) Spanne einen Lamettafaden nach Abb. 83 auf, leite durch ihn den Strom einer Taschenbatterie! Halte einen Hufeisenmagneten so, daß der Lamettafaden durch den stärksten Teil des Magnetfeldes führt! Beobachte, wie der Lamettafaden aus dem magnetischen


Abb. 83

Kraftfeld hinausgestoßen wird! — Wechsle erst die Richtung des Stromes, dann die Richtung der magnetischen Kraftlinien (durch Umkehren des Magneten)! Achte auf die Richtung der Bewegung des Fadens!

b) Spanne 2 Stricknadeln in Fußklemmen und lege eine dritte so darüber, daß sie sich zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten befindet (Abb. 84)! Schalte den Strom einer Taschenbatterie ein und beachte, nach welcher Richtung die 3. Nadel wegrollt!



Abb. 84

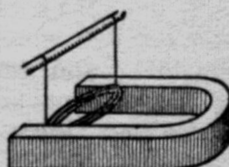


Abb. 85

c) Hänge einen Lamettafaden zwischen 2 Reißnägel an einen Bleistift nach Abb. 83 und nähere einen Magneten! Keine Wirkung! Berühre die beiden Reißnägel mit den Polstreifen der Taschenbatterie!

d) Lege einen Magneten so auf den Tisch, wie es Abb. 85 zeigt! Zwischen die beiden Pole hänge eine Spule aus isoliertem Kupferdraht! Schicke durch die Spule den Strom einer Taschenbatterie! Die Spule zeigt ein deutliches Drehen. Ändere die Drehrichtung durch Polwechsel oder Umkehrung der Stromrichtung!

Der Elektromotor besitzt einen Magneten (Ständer); in dessen Kraftfeld liegt ein Eisenzylinder, der mit Draht umwickelt ist und sich drehen kann (Läufer). Der Elektromagnet zieht den Anker (= Eisenzylinder) an und stößt ihn wieder ab. Dadurch kommt dieser in drehende Bewegung. Diese kann durch Riemen oder Zahnräder auf andere Maschinen übertragen werden.

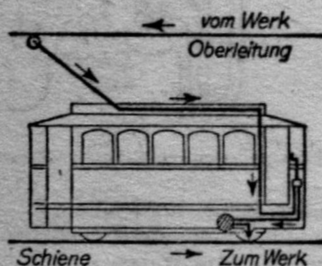


Abb. 86

A u f g a b e n: a) Zeige an den dir zugänglichen Elektromotoren den Ständer, den Läufer!

b) Für welche Zwecke werden Elektromotoren im Haushalt, in der Landwirtschaft, in Gewerbe und Industrie, im Verkehr benützt?

c) Welchen Vorteil bietet es, daß man den Elektromotor von einem Ort zum anderen tragen kann?

d) Die Straßenbahn besitzt im Untergestell des Triebwagens einen Elektromotor. Verfolge den Stromlauf nach Abb. 86!

Wie stellt es der Führer an, daß er langsamer oder schneller fahren oder den Wagen zum Halten bringen kann?

Mache folgenden Versuch: Wickle Nickelindraht von 2 ½ m Länge und 0,2 mm Durchmesser auf einen festen Papierstreifen von 12—15 cm Länge und $1^1/_2$ cm Breite! Der Draht ist blank, die Windungen liegen sauber nebeneinander, dürfen sich aber nicht berühren. Anfang und Ende der Wicklung lege dadurch fest, daß du sie durch 2 eingestochene Löcher steckst! Schalte nun den ganzen Nickelindraht ein, so brennt das Lämpchen ganz dunkel, vielleicht gar nicht. Es brennt heller und heller, je mehr du den Stromweg auf dem Nickelindraht verkürzest, indem die Drahtenden in geringerer Entfernung auf dem Draht aufgesetzt werden (Abb. 87).

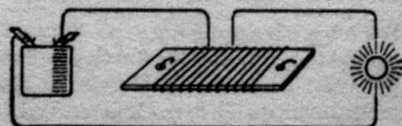


Abb. 87

Versuche die am Anfang gestellte Frage zu beantworten! Beobachte, wie der Führer durch Drehen einer Kurbel mehr oder weniger Widerstände einschalten kann! — Auf welche Weise vollzieht sich wohl das langsame Verdunkeln des Zuschauerraumes im Kino?

2. Wie entsteht die Elektrizität, die den Elektromotor in Bewegung bringt?

Im Elektromotor wird Elektrizität durch den Elektromagneten geleitet; dadurch wird der Anker in Umdrehung gebracht. Wird aber umgekehrt der Anker durch eine Kraft in Bewegung gesetzt, so entsteht im Elektromagneten Elektrizität. Diese wird in Kupferstreifen geleitet, die auf der Achse schleifen; von hier aus fließt sie in die Leitung. Bei großen Maschinen geschieht die Drehung des Ankers durch Wasser- oder Dampfkraft (Turbinen). Die zur Ankerdrehung verwendete Kraft wird also durch den Elektromagneten in Elektrizität umgewandelt. Eine derartige Maschine heißt Dynamomaschine oder Generator (= Stromerzeuger).

Der entstehende Strom ist ein Wechselstrom. Ein einmaliger Richtungswechsel heißt Periode. Macht der Anker in 1 min. 3000 Umdrehungen, so sind das in 1 sec. 3000 : 60 = 50 Perioden. Wenn man nun statt des einen Polpaares deren zwei nimmt, so werden bei jeder Umdrehung 2 Perioden durchlaufen (Abb. 88). Um 50 Perioden pro Sekunde zu erhalten, genügen jetzt schon 1500 Umdrehungen in 1 min. Wieviel Umdrehungen sind bei 4 Polpaaren notwendig?

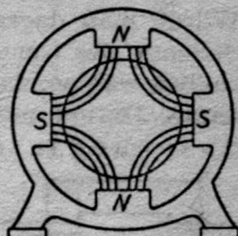


Abb. 88

Merke: Je mehr Polpaare, desto langsamer kann die Maschine laufen.

Der Erfinder der Dynamomaschine ist Werner von Siemens (1816—1892). Er war das älteste von 14 Kindern eines Gutspächters. Als seine Eltern sehr früh starben, sorgte er in aufopfernder Weise für seine Geschwister. Als Artillerie-Offizier wurde er in ein Duell verwickelt. Dadurch kam er in Haft. Hier machte er seine erste Erfindung, das Versilbern und Vergolden auf elektrischem Wege. Diese Erfindung konnte er für 30 000 M. verkaufen. Bald darauf erfand er den Zeigertelegraphen. Er nahm Abschied vom Militär und widmete sich ganz seinen Erfindungen: er isolierte Kabelleitungen mit Guttapercha, baute Minen mit elektrischer Fernzündung, erfand die bekannten Glockenisolatoren an den Telegraphenmasten. Auch die elektrische Straßenbahn ist seine Erfindung. Am meisten hat er aber die Technik durch die Erfindung der Dynamomaschine vorwärtsgebracht.

Aufgaben: a) Untersuche den Dynamo deines Fahrrades! Wodurch geschieht hier die Bewegung des Ankers?

b) Zeichne die Vorderseite des Elektrizitätszählers ab und erkläre die gesamte Beschriftung!



Abb. 89

Lageplan des Walchenseewerkes

c) Nenne ein heimatliches Elektrizitätswerk! Ist es ein Dampf- oder Wasserkraftwerk?

d) Was weißt du über Anlage und Betrieb des Walchenseewerkes (Abb. 89)?

e) Vergleiche Elektromotor und Dynamomaschine nach Bau und Wirkung!

Merke: Die Dynamomaschine verwandelt Kraft in Elektrizität, der Elektromotor Elektrizität in Kraft.

Erkläre nun den Ausdruck „elektrische Kraftübertragung"!

f) Die Kraftwerke stehen an einem Fluß, Kanal, See oder in einem Kohlengebiet, also oft weit weg vom Orte des Verbrauches. Warum?

3. Fließt der Strom unmittelbar vom Generator zum Elektromotor?

Dünne Drähte schmelzen durch den elektrischen Strom ab. Würde man dagegen die Drähte so stark machen, daß sie den Strömen des Generators standhielten, so müßte man den Draht so dick wählen, daß er praktisch unbrauchbar würde und zu teuer käme. Darum müssen starke Ströme von geringer Spannung in schwache Ströme von hoher Spannung umgewandelt werden. Am Verbrauchsorte müssen solche hochgespannte Ströme wieder in niedere Spannung umgeformt werden. Das geschieht durch den Transformator oder Umspanner (Abb. 90).

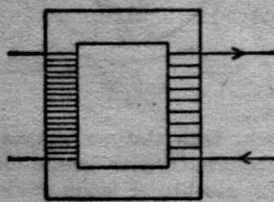


Abb. 90

Um einen Eisenkern befinden sich 2 Drahtwicklungen. Die eine Seite hat wenig Windungen eines dicken Drahtes. Fließt durch ihn ein starker Strom von geringer Spannung, so entsteht in den Windungen des dünnen Drahtes ein Induktionsstrom von geringer Stärke, aber hoher Spannung.

Aufgaben: a) Erkläre nach Abb. 91 den Weg des elektrischen Stromes von der Stromquelle bis zu Elektromotor und Arbeitsmaschine!

Abb. 91



b) Wo stehen Transformatorenhäuschen? Beobachte die Überlandleitungen und deren Isolatoren!

c) Sieh dir gelegentlich einen Klingeltransformator an, der den Lichtstrom zum Betrieb der elektrischen Klingel umformt! Warum darf die Klingel nicht einfach an die Lichtleitung angeschlossen werden?

d) Gib zu folgenden Geboten eine Begründung: Achte darauf, daß die Stecker fest in der Steckdose sitzen und nicht wackeln! — Schraube eine neue Glühlampe erst ein, nachdem du den Strom ausgeschaltet hast! — Berühre keine Metallteile, die mit dem Strom in Verbindung stehen! — Bastle nicht an Leitungen und Schaltern! — Klettere nicht auf Leitungsmasten! — Laß in der Nähe einer Überlandleitung keinen Drachen steigen! — Hebe keinen herabhängenden Draht einer Überlandleitung auf!

4. Auf Bahnhöfen sieht man häufig die sog. Elektrokarren. Sie haben keine Stromzuführung. Wie fahren sie dann?

B e o b a c h t u n g: Stelle aus einem aufgeschnittenen Bleirohr 2 Bleiplatten her, stelle sie in verdünnte Schwefelsäure! Schalte die Bleiplatten, eine Taschenbatterie und ein Glühlämpchen etwa ½ Minute zusammen; dann entferne die Batterie und beobachte, wie lange das Lämpchen noch weiterbrennt!

Der Akkumulator ist eine Vorrichtung zum Aufspeichern der Elektrizität. Er besteht aus Bleiplatten, die mit Bleioxyd überzogen und in Schwefelsäure gestellt sind. Die Platten sind so angeordnet, daß die positiven und negativen miteinander abwechseln; die gleichnamigen Platten sind miteinander verbunden. Durch Einwirken des Stromes wird das Bleioxyd in chemisch neue Stoffe verwandelt. Diese wirken nun wie verschiedene Metalle und liefern bei geschlossenem Stromkreis Elektrizität.

A u f g a b e n: a) Gib an, wo Akkumulatoren verwendet werden!
b) Elektrizitätswerke speichern in ruhigen Stunden Elektrizität in Akkumulatoren. Warum?
c) Vergleiche eine galvanische Batterie mit einer Akkumulatoren-Batterie!

Vom Rundfunk.

1. Von den elektrischen Wellen.

B e o b a c h t u n g: Abb. 92! Entferne von einer elektrischen Klingel die Glocke und befestige an dem zur Stellschraube hinführenden Metallstreifen senkrecht

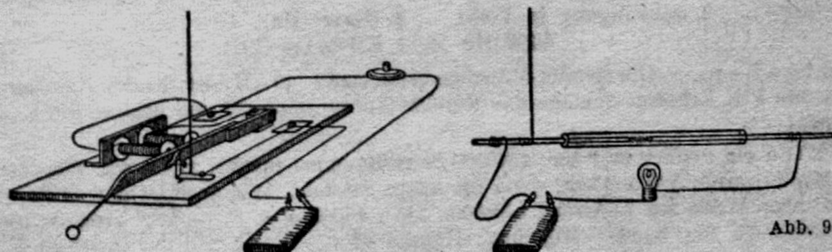


Abb. 92

einen blanken Kupferdraht von etwa ½ m Länge! Verbinde die Klingelanlage mit den beiden Polen einer Taschenbatterie! Das ist der Sender! — Nun baue den Empfänger! Führe Stücke einer Stricknadel von beiden Seiten in ein kurzes Glasröhrchen, dessen Dicke so gewählt ist, daß sie die Glasröhre gerade ausfüllen. Entfernung der beiden Nadeln 2 mm. Dazwischen liegt ein wenig frische Eisenfeile (durch Befeilen eines blanken Nagels selbst herstellen). Eine Stricknadel verbinde durch Klemmschraube mit einem blanken Kupferdraht von $^1/_2$ m Länge. Schalte die Stricknadeln mit einem Glühlämpchen und einer Taschenbatterie zusammen!

Sender und Empfänger stehen nahe beisammen. a) Die Eisenfeile mit beiden Stricknadeln zusammendrücken! (Das Lämpchen leuchtet auf.) Leicht gegen das Grundbrett klopfen! (Das Lämpchen erlischt.) b) Die Klingel mit Hilfe des Druckknopfes in Bewegung setzen! (Das Lämpchen leuchtet auf.) Gegen das Grundbrett klopfen! (Das Lämpchen erlischt.)

Wenn der Stromkreis der elektrischen Klingel geschlossen wird, springen an der Stellschraube Funken über. Durch genaue Untersuchungen hat man gefunden, daß jeder einzelne Funke aus vielen Tausenden von hin und her pendelnden Elektrizitätsteilchen, den Elektronen, besteht. Der einzelne Funke ist also ein Wechselstrom, der in 1 Sekunde etwa 100 000mal seine Richtung wechselt. Dieses Hin- und Herpendeln der Elektronen bezeichnet man als elektrische Schwingungen.

Wenn man einen Stein in das Wasser wirft, gibt es Wasserwellen; wenn man ein Wort spricht, gibt es Schallwellen; wenn die Elektronen schwingen, gibt es elektrische Wellen. Bei den Wasserwellen wird das Wasser bewegt, bei den Schallwellen die Luft, bei den elektrischen Wellen der Äther. Die Geschwindigkeit der Schallwellen ist 333 m in 1 sec., der elektrischen Wellen aber 300 000 km in 1 sec.

Diese elektrischen Wellen werden durch die Antenne unseres Senders ausgestrahlt, durch die Antenne des Empfängers aufgenommen und zu dem Eisenfeilicht im Glasröhrchen geleitet. Diese wird leitend gemacht, so daß jetzt der Strom der Taschenbatterie durchfließen kann; das Lämpchen leuchtet auf. Klopft man an die Glasröhre, so fallen die Eisenteilchen auseinander, die Leitung ist unterbrochen, das Lämpchen erlischt.

Merke: Durch den elektrischen Funken entstehen Schwingungen, durch die Schwingungen elektrische Wellen. Die Wellen pflanzen sich nach allen Richtungen fort.

Die elektrischen Wellen wurden 1888 von dem deutschen Gelehrten Heinrich Hertz (1857—1894) entdeckt. Die Zahl der Schwingungen in 1 sec. heißt man Frequenz. Unter Hochfrequenz versteht man mehr als 10 000 Schwingungen in 1 sec. Nur durch hochfrequente Schwingungen entstehen elektrische Wellen.

1 Schwingung in 1 sec. = 1 Hertz (Hz);
1000 Hz = 1 Kilohertz (kH).

Aufgaben: a) Der Sender München sendet mit 740 kH, der Sender Hamburg mit 806 kH. Erkläre! Schlage das Rundfunkprogramm auf und erkläre die Frequenz!

b) Wenn ein Sender in 1 sec. 450 000 Schwingungen macht, so ist der Weg der 1. Welle gerade 300 000 km, wenn die letzte entsteht. Wie groß ist der Abstand von einer Welle zur anderen? (300 000 km : 450 000 = ?) — Wie groß ist die Wellenlänge der Sender München, Hamburg?

c) Man unterscheidet Langwellen (2000—600 m), Mittelwellen (600—200 m), Kurzwellen (200—50 m), Ultrakurzwellen (weniger als 50 m, auch nur einige Zentimeter). Schau in der Sendetabelle nach, mit welcher Art von Wellen unsere Sender senden!

2. Wie kommt eine Rundfunkübertragung zustande?

I. Der Sender im Rundfunkhaus.

a) Im Senderaum (Abb. 93) des Rundfunkgebäudes steht ein Mikrophon (1). Es enthält wie das Mikrophon des Fernsprechers Kohlekörner und ist durch eine besondere Aufhängung gegen Erschütterungen geschützt. Von ihm aus führt eine Fernsprechleitung über eine Verstärkeranlage (2) zum Sender (3); die Leitung ist stromlos.

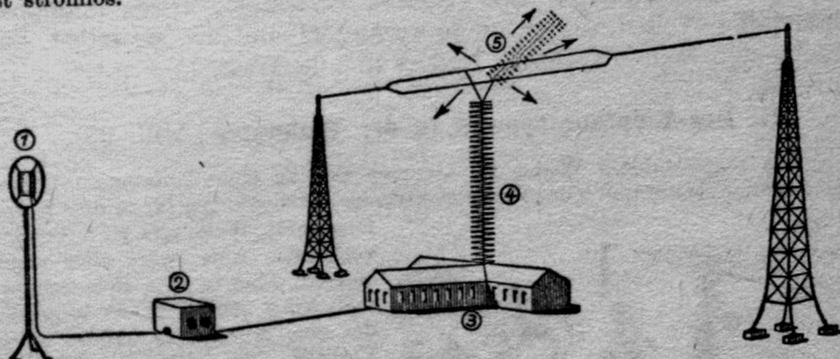


Abb. 93

Im Sender arbeiten große Kraftmaschinen. Sie senden elektrische Schwingungen (4) zur Antenne, die als elektrische Wellen (5) nach allen Richtungen in die Welt hinausgehen. Die Schwingungen und die Wellen sind ganz gleichmäßig.

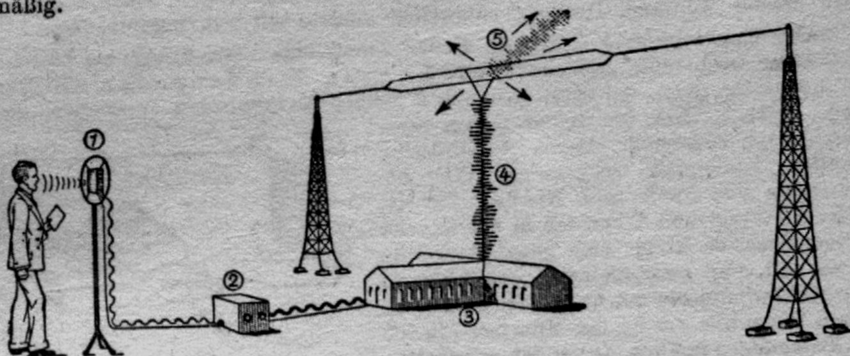


Abb. 94

b) Der Ansager spricht (Abb. 94) in das Mikrophon (1). Durch die Schallwellen der Stimme entstehen wie beim Fernsprecher elektrische Ströme; sie wechseln ihre Stärke, je nachdem die Stimme stärker oder schwächer, tiefer

oder höher ist. Diese Stromschwankungen sind aber recht schwach, und sie würden daher den Sender draußen vor der Stadt kaum erreichen, wenn sie nicht verstärkt würden, Dies geschieht in der Verstärkeranlage (2). Nun werden die verstärkten Stromschwankungen zum Sender (3) geleitet. Hier treffen sie auf die elektrischen Schwingungen, die von den Kraftmaschinen ausgehen. Diese werden dadurch so beeinflußt, daß sie im gleichen Rhythmus mitschwingen, also nicht mehr regelmäßig wie vorher, sondern unregelmäßig (moduliert) (4). Die elektrischen Wellen, die jetzt von der Antenne ausgestrahlt werden, sind deshalb auch unregelmäßig (5).

Merke: Durch die Stimme des Ansagers im Senderaum entstehen Schallwellen. Diese erzeugen durch das Mikrophon Schwankungen des elektrischen Stromes. Dadurch werden auch die elektrischen Schwingungen des Senders verändert. Diese erzeugen elektrische Wellen, die genau so verändert sind wie sie selbst. Sie tragen den Schallrhythmus hinaus in alle Welt.

II. Der Empfangsapparat in der Wohnung (Abb. 95).

a) Die ausgestrahlten Wellen (1) kommen nun zu einer Empfangsantenne. Diese nimmt sie auf und leitet sie als elektrische Schwingungen (2) zu dem Empfangsgerät. Wenn nur ein Sender vorhanden wäre, wäre alles recht einfach. Aber es gibt viele Sender, und jeder sendet etwas anderes: der eine Musik, der andere einen Vortrag, der dritte ein Hörspiel usw. Alle die Wellen gelangen an die Antenne, die alle aufnimmt. Wenn wir das alles mit anhören müßten, ginge es zu wie auf einem Jahrmarkt. Wir wollen aber nicht dieses Durcheinander hören, sondern gerade den Sender München. Dessen Sendewellen müssen wir nun heraussieben.

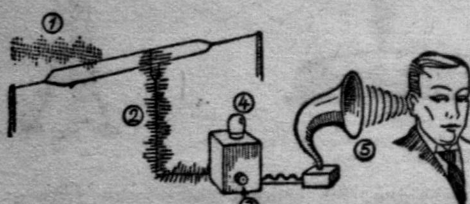
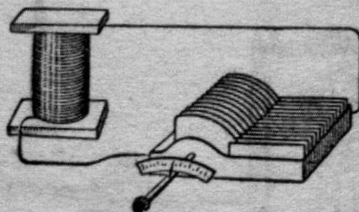


Abb. 95

Jedes Rundfunkgerät besitzt zu diesem Zweck eine Vorrichtung; sie besteht aus einer Drahtspule und einem drehbaren Kondensator (3). Der Kondensator (Abb. 96) setzt sich aus 2 Reihen Metallplatten zusammen, die eine Reihe ist fest, die andere durch einen Drehknopf verstellbar. Beide Metallplatten greifen kammartig ineinander. Wie die Wirkung von Spule und Kondensator ist, sagt ein Vergleich: Wenn ich in ein Klavier hineinsinge, so klingt eine ganz bestimmte Saite mit, und zwar diejenige, die genau so viele Schwingungen macht wie der gesungene Ton. Wenn nun der Sender München 740 000 Schwingungen in 1 sec. aussendet, so erhalten wir diese Schwingungen nur dann, wenn unser Gerät auf die gleiche Anzahl von Schwingungen eingestellt ist. Geradeso, wie man durch Drehen des Wirbels an der Geige die Saite stimmt, so „stimmt“ man auch den Empfangsapparat durch Drehen des Knopfes auf eine höhere oder niedere Schwingungszahl ab.


Abb. 96

Daher nennt man die Vorrichtung Abstimmkreis. An dem Druckknopf ist ein Zeiger befestigt; er gleitet über eine Skala, die die Schwingungszahlen und die Sendernamen enthält. Dadurch wird es uns möglich, unseren Apparat auf einen bestimmten Sender einzustellen, d. h. dessen Sendewellen aus vielen anderen herauszusieben.

b) Die Rundfunkröhre (4) (in Abb. 95). Beobachtungen: a) Vergleiche sie nach Form und Größe mit einer gewöhnlichen Glühbirne! Beachte den farbigen Überzug! (Er wirkt wie ein Panzer gegen elektrische Störungen von außen.)

b) Klopfe eine verbrauchte Röhre vorsichtig auf und untersuche ihren Bau!

Im Fernsprecher können wir die Schallwellen nur dann hören, wenn eine Membrane in Schwingungen gerät. So muß auch in unserem Empfangsgerät eine Membrane schwingen. Aber die Zahl der ankommenden Schwingungen ist einige 100 000; so schnell schwingt keine Membrane, wir hören nichts. Aber die Techniker fanden einen Ausweg; sie bauten eine Rundfunkröhre (Abb. 97).

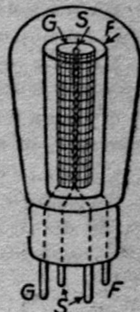


Abb. 97

Sie ist luftleer. In sie hinein führt ein Heizfaden, der beim Einschalten des Stromes glühend wird. Sobald er warm wird, beginnen von ihm aus die negativen Elektronen in den luftleeren Raum der Röhre hinauszusprühen und den Heizfaden wie mit einer Nebelwolke zu umgeben. Daher heißt der Heizfaden auch Sprühpol (Kathode). Er ist mit einem Blechzylinder umgeben, der die Elektronen auffängt; er heißt Fangpol (Anode).

Der Wechselstrom wechselt in 1 sec. sehr häufig seine Richtung. Die Rundfunkröhre wirkt aber so, daß nur der Sprühpol Elektronen aussendet, nie der Fangpol; es fließt also der Strom immer nur nach einer Richtung. Die Röhre wirkt daher als Gleichrichter. Deshalb gelangen an die Membrane nur Stromstöße aus einer Richtung. Dieser Strom ist aber durch das Mikrophon gestärkt oder geschwächt worden, wodurch Schwankungen entstanden. Deren Zahl ist aber so gering, daß die Membrane jetzt hin und her schwingen kann.

Aber noch hören wir nichts; die Schwankungen sind zu schwach, sie müssen verstärkt werden. Zu diesem Zweck ist zwischen Sprühpol und Fangpol ein Gitter eingebaut (siehe Abb. 97). Die Elektronen müssen also auf ihrem Weg vom Sprüh- zum Fangpol durch das Gitter. Diesem werden die durch das Sprechen entstandenen Tonschwankungen zugeführt. Dadurch wird der gleichgerichtete Strom der Elektronen so beeinflußt, daß bald viele, bald wenige durchkommen.

Die Gitterspannung ist zwar schwach; aber sie vermag den starken Röhrenstrom so zu beeinflussen, daß er auch im Zeitmaß der Sprechwellen mitschwingt. Die Schwankungen sind nun stark genug, daß damit die Membrane im Lautsprecher (5) (in Abb. 95) hin und her schwingt. Wir hören.

Um eine noch größere Wirkung zu erzielen, vermehrt man die Zahl der Röhren auf 2, 3 und mehr.

Aufgaben: a) Achte auf die verschiedenen Antennenformen!

b) Vergleiche eine Übertragung durch den Rundfunk mit einer solchen durch den Fernsprecher! Was ist gleich, was verschieden?

c) Der Rundfunk als Mittel der Nachrichtenübermittlung, der Unterhaltung, der Belehrung!

Energieumwandlung und Energiequellen.

Menschen sind „energisch" oder besitzen „Energie", wenn sie ihr Ziel auch gegen Widerstände erreichen. Je größere Schwierigkeiten die Energie überwindet, desto mehr bestaunen wir sie. Aber nicht nur der Mensch hat Energie; wir finden sie auch in der Natur in Form von verschiedenen Kräften.

1. Arten der Energie:

a) Magnetische und elektrische Energie. Welche Arbeit vermag ein magnetischer, ein elektrischer Körper zu leisten?

b) Wärme-Energie. Die Wärme leistet in der Dampfmaschine, im Verbrennungsmotor Arbeit; welche? Gib weitere Beispiele, daß die Wärme arbeitet!

c) Bewegungs-Energie. Denke an die Arbeit der bewegten Luft (Wind, Sturm), der bewegten Wellen des Meeres, an bewegte Körper!

d) Energie der Lage. Sprich über die Arbeit, die das hochgezogene Uhrgewicht leistet! Wasser in einem Speichersee, in einem Stauwerk!

e) Spannungs-Energie. Welche Bedeutung hat die Feder in der Taschenuhr, in der Küchenwaage?

f) Chemische Energie. Denke an die Sprengstoffe!

g) Strahlungs-Energie. Denke an die Röntgenstrahlen, an den Rundfunk, an die Arbeit des Lichtes auf der photographischen Platte, an die Arbeit des Sonnenlichtes in den Blättern der Pflanzen!

Energie = Arbeitsfähigkeit.

2. Umwandlung der Energie.

Wenn ein Körper Licht aufnimmt, so erwärmt er sich; es verwandelt sich also in ihm Strahlungs-Energie in Wärme-Energie. — Der Elektromotor verwandelt elektrische Kraft in mechanische Arbeit, die Dynamomaschine aber mechanische Arbeit in elektrische Kraft. — Wenn wir Feuer anmachen, so verwandelt sich die chemische Energie (der Verbrennung) in Wärme-Energie. — Fließt Elektrizität durch einen dünnen Draht, so erwärmt sich dieser und leuchtet; es verwandelt sich also elektrische Energie in Wärme-Energie.

Energie-Umwandlung ist dann vorhanden, wenn eine Energieform ganz oder teilweise verschwindet und dafür gleichzeitig eine andere Energieform auftritt. Jede Maschine, die Energie spendet, verbraucht auch wieder Energie. Die gewonnene Energie ist immer genau so groß wie die verbrauchte Energie.

Gewonnene Energie = verbrauchte Energie.

Das ist das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Es ist das Grundgesetz der Natur.

Alle Energieumwandlungen in der Technik sind von Bewegung und Reibung begleitet. Wenn Maschinenteile sich reiben, entsteht Wärme; sie fließt nutzlos ab und geht verloren. Wenn in der Dampfmaschine Wärme erzeugt wird, so verschwindet ein großer Teil davon in den heiß abziehenden Gasen, in dem Auspuffdampf, in dem Kühlwasser. So ist bei jeder Maschine, bei jedem technischen Vorgang die Nutzleistung immer kleiner als die Antriebsleistung. Wenn in einer

Kolbendampfmaschine 85% der erzeugten Wärme verlorengehen, so ist nur noch eine Nutzleistung von 15% vorhanden, d. h. der Wirkungsgrad ist 0,15. Bei Dynamomaschinen beträgt der Wirkungsgrad 0,89. Was heißt das? Je mehr sich also der Wirkungsgrad der Zahl 1 nähert, desto vollkommener ist die Umwandlung der Energie.

Das Gesetz von der Erhaltung der Energie hat der deutsche Arzt Julius Robert v. Mayer (1811 bis 1878) entdeckt. Bei einer Tropenreise kam er auf die Entdeckung, daß der menschliche Körper zur Erzeugung der Körperwärme (37°) in den heißen Ländern weniger Arbeit zu leisten hat als in den kälteren Gebieten. Dadurch angeregt, stellte er sich die Frage, ob nicht überhaupt jede Arbeit in Wärme umgewandelt werden könne, daß sich also Arbeit und Wärme gegenseitig ersetzen. Durch weitere Untersuchungen fand er, daß es unmöglich ist, Energie völlig neu aus nichts zu gewinnen, daß Energie aber auch nicht verschwinden könne. Es gibt nur ein Umwandeln der Energie von der einen Form in die andere. Damit war das Gesetz von der Erhaltung der Energie entdeckt.

Aufgaben: a) Im Walchensee ist Wasser aufgestaut; es fließt zu Tal und treibt die Turbinen, die sich drehen; diese setzen die Dynamos in Bewegung, die Elektrizität erzeugen; die Elektrizität wird fortgeleitet und gelangt in einen Staubsauger, in eine elektrische Glühbirne, in einen elektrischen Ofen, in ein Telephon, in einen Elektromagneten, in den Funksender. Welche Arten der Energie treten hier durch Umwandlung auf?

b) Im Benzinmotor wird Benzin verbrannt, der Kolben bewegt sich, das Auto läuft. Arten der Energie?

c) Die Energie-Umwandlung ist stets von Bewegung und Reibung begleitet. Beurteile das Verhältnis der Antriebsleistung zur Nutzleistung!

d) Die Ursache aller Energie ist die Sonne. Erkläre das im einzelnen!

(Sonne ➤ Pflanze ➤ Kohle ➤ Treibstoffe; Sonne ➤ Heben des Wassers ➤ Wasserkraftmaschinen; Sonne ➤ Luftströmungen ➤ Windmotoren; Sonne ➤ Nahrung für Mensch und Tier [s. Seite 119]).

3. Die Energiequellen.

Wir Menschen holen die für uns erforderliche Energie aus einigen wenigen Grundstoffen: Kohle, Wasser, Erdöl, Luft (Wind), Holz. Daß diese Stoffe aber Energie spenden können, verdanken wir der einzigen und wichtigsten Energiespenderin, der Sonne.

Die Energiequellen werden aber nicht gleichmäßig ausgenützt. Entweder ist ihre Wirkung zu unregelmäßig (Wind), oder ihre Ausnützung macht zu große technische Schwierigkeiten oder kostet zuviel (Ebbe und Flut, Sonnenwärme). Für unser Wirtschaftsleben gelten Kohle, Erdöl und Wasser als die wichtigsten Energiequellen.

a) Die Wasserkraft.

Erst durch die Erfindung der Dynamomaschine kam die Wasserkraft zur Geltung; denn sie verwandelt die Bewegungsenergie des Wassers in elektrische Energie, die auf große Entfernung fortgeleitet werden kann. Deutschland hat in seinen Flüssen große Energiemengen zur Verfügung, namentlich in den gebirgigen

Teilen, wo Speicheranlagen von Natur aus vorhanden sind oder geschaffen werden können. So hat vor allem Bayern viele seiner Wasserläufe und zum Teil auch Seen der elektrischen Krafterzeugung dienstbar gemacht.

Aufgaben: a) Welche deutschen Wasserläufe und Speicheranlagen werden durch Großkraftwerke ausgenützt? Durch welche Anlagen geschieht dies? b) Erkläre den Ausdruck „Weiße Kohle"!

c) Stelle in Schaulinien dar: Deutschlands Stromerzeugung 1932: 23,5 Milld. kWh; 1933: 25,7; 1934: 30,7; 1935: 30,7; 1936: 42,0 Milld. kWh.

d) Es besitzen an vorhandenen Wasserkräften: England 0,9 Mill. PS; Schweiz 2,5; Deutschland 4,5; Italien 3,8; Frankreich 5,4; Rußland 8,4; Japan 8,6; Norwegen 9,5; USA. 42.

b) Erdöl.

Aus dem Erdöl erhält man die verschiedensten Stoffe: Benzin, Leuchtpetroleum, Treiböl für Motoren, Schmier- und Putzöle, Paraffin, pech- und asphaltartige Rückstände. Gib an, wozu man die Erzeugnisse des Erdöls verwendet!

Diese vielseitige Verwendung ist der beste Beweis dafür, wie wichtig das Erdöl ist. Die meisten Erdölvorräte besitzen Südamerika (1400 Mill. t), die USA. (1100), Rußland (1000), Irak (825). Deutschland besitzt größere Vorräte nur in der Lüneburger Heide. Davon werden jährlich im Durchschnitt 500 000 t gefördert. Unser Bedarf ist aber sehr viel größer. Daher müssen wir Erdöl vom Ausland beziehen oder künstliche Öle herstellen. Die Kohle ist dazu der Ausgangsstoff.

c) Die Kohle.

Durch 3 verschiedene Vorgänge erhalten wir aus der Kohle Öle: durch Verkokung, Verschwelung und Verflüssigung.

1. Verkokung und Verschwelung.

Beobachtung: Fülle ein Probeglas zu $^1/_3$ mit zerstoßener Stein- oder Braunkohle! Verschließe mit einem Kork, durch den ein zugespitztes Glasrohr führt! Halte das Gläschen mit einer Greifzange und erhitze kräftig! Laß die entstehende Flüssigkeit auf einen Teller tropfen! Entzünde nach einiger Zeit das ausströmende Gas! Untersuche den Rückstand! (Die abtropfbare Flüssigkeit riecht nach Rauchfleisch = Teer; das brennende Gas = Leuchtgas; Rückstand = Koks.)

Verkokung und Verschwelung geschehen unter Luftabschluß. Der Unterschied liegt darin, daß die Verkokung bei größerer Hitze vor sich geht als die Verschwelung. In beiden Fällen erhält man Teer; Steinkohlenteer läßt sich zu Benzol, Braunkohlenteer zu Benzin verarbeiten. Das künstlich hergestellte Benzin ist so gut, daß es selbst einem Chemiker schwerfällt, es von dem natürlichen Benzin zu unterscheiden.

2. Die Verflüssigung. Durch Verkokung und Verschwelung könnte man so viel Öl gewinnen, daß unser gesamter Bedarf gedeckt werden kann. Doch entsteht dann so viel Koks, daß

nicht genug Käufer für ihn vorhanden sind. Deshalb mußte ein Verfahren erdacht werden, bei dem man aus wenig Kohle große Mengen von Öl gewinnt.

Dieses Verfahren hat ein Deutscher, Professor Bergius, Heidelberg, erfunden. Die Kohle wird zerkleinert und mit einem bereits vorhandenen Öl zu einem Kohleteig gemischt. Der Brei gelangt in Öfen, in denen noch Wasserstoff zugepumpt wird. Unter einem Druck von 200 at verwandelt sich die Kohle in eine Flüssigkeit. Braunkohle ergibt etwa 50 % Öl und 25 % Gas; der Rest sind Rückstände, die auch wieder verarbeitet werden.

4. Überblick über die Vorräte an Energiequellen.

Die Energiequellen der Welt verteilen sich auf Steinkohle 77 %, Öl 16 %, Wasser 5 %, Braunkohle 2 %. Stelle dies in einem Schaubild dar!

a) Im Vergleich zur Kohle sind unsere Erdölvorräte klein. Das Erdöl wird seine Rolle als Kraftquelle in absehbarer Zeit ausgespielt haben; denn bei der jetzigen Ausbeutung erschöpfen sich die Vorräte bald.

b) Die Grundlage der deutschen Energiewirtschaft ist die Kohle. Wegen ihrer vielseitigen Verwendung (Vergasung, Verheizung, Verflüssigung, Herstellung von Buna) gewinnt sie immer mehr an Bedeutung.

c) Um unsere Kohlevorräte zu sparen, werden wir unsere Wasserkräfte immer mehr ausbauen.

Aufgaben: Stelle folgende Angaben übersichtlich untereinander: Zahl der Windmotoren 1925: 15 290 mit 30 042 PS Leistung = 0,1 % der Gesamtleistung; Wasserräder: 37 260 mit 182 440 PS = 0,8 %; Wasserturbinen: 20 890 mit 1 852 305 PS = 8,3 %; Kolben-Dampfmaschinen: 95 530 mit 8 269 258 PS = 37,1 %; Dampfturbinen: 8 513 mit 9 807 509 PS = 43,4 %; Gasmaschinen: 16 161 mit 1 276 099 PS = 5,7 %; Ölmotoren: 67 109 mit 1 035 933 PS = 4,6 %! Zähle zusammen! Beurteile den gesamten Energieverbrauch Deutschlands! Inwiefern ergibt sich auch hieraus die grundlegende Bedeutung der Kohle?

5. Wege zur Energie-Ersparnis.

Die wichtigste Frage heißt heute nicht: Wie verteilen wir die Energie am besten?, sondern: Wie können wir die vorhandene Energie am besten ausnützen? Es ist doch unerträglich, zu wissen, daß die Energiequellen in zahlreichen Fällen bis zu 80—90 % unausgenützt bleiben, daß wir also Verschwendung treiben. Wir müssen Energie sparen; einige Wege dazu sind:

a) Veredelung der Kohle durch Vergasung und Verflüssigung,
Kohle ist heute nicht allein Brennstoff, Kohle ist vor allem Rohstoff;
b) mehr Verbrennungsmotoren als Dampfkessel;
c) Versorgung umfangreicher Gebiete durch Großkraftwerke;
d) Speicherung überschüssiger Energie.

Vom Boden und seinen Nährstoffen.

1. Welcher Boden eignet sich am besten zur Anlage eines Gartens?

B e o b a c h t u n g: Wie sind die Böden beschaffen, die sich erfahrungsgemäß als fruchtbar oder unfruchtbar erweisen?

Untersuchung auf Humus:

B e o b a c h t u n g: a) Lasse 100 g völlig trockene Erde in einer Eisenschale stark und lange ausglühen! Stelle das Gewicht nach dem Glühen fest! Humus ist in der Hauptsache Kohlenstoff. Das Gewicht der verbrannten Menge in g ist damit der Prozentsatz des Humusgehaltes des Versuchsbodens.
b) Nimm Lauge (Kalkmilch, Natronlauge) und Säure (verdünnte Schwefelsäure) und werfe in die einzelnen Flüssigkeiten Stroh, Holzspäne, trockene Blätter und beobachte einige Zeit!

Der Boden ist um so fruchtbarer, je mehr Humus er enthält. Humus entsteht durch Verwesung von Pflanzen oder tierischen Stoffen, die durch Bakterien, Säuren und Laugen des Bodens herbeigeführt wird. Humus ist eine schwarze Masse, die in der Hauptsache aus Kohlenstoff besteht und darum brennbar ist. Humusreicher Boden ist dunkler, warmer, nährstoffreicher und das Wasser lange festhaltender Boden. Bei zu hohem Wassergehalt und deshalb mangelhafter Bodendurchlüftung entsteht „saurer Humus", den die meisten Pflanzen nicht ertragen können (Moorboden!). „Milder Humus", der für alle Kulturgewächse sehr erwünscht ist, bildet sich, wenn der Boden reich genug an Kalk und stark genug durchlüftet ist.

A u f g a b e n: a) Wodurch kann der Mensch die Humusbildung im Acker- und Gartenboden fördern? b) Die Bedeutung des Regenwurms für die Humusbildung und Bodenfruchtbarkeit!

Untersuchung auf Kalk:

B e o b a c h t u n g: Fülle den ausgeglühten Erdrest der Humusuntersuchung in ein Glas um und stelle dieses auf eine Waagschale! Fülle ein zweites Glas mit Salzsäure und stelle es zur Erde auf dieselbe Waagschale! Schaffe durch Gewichtauflegen auf der anderen Waagschale Gleichgewicht auf beiden Seiten! Übergieße nun die Erde solange mit Salzsäure, bis kein Aufbrausen mehr erfolgt! Wiege beide Gläser zusammen wie vorher und stelle den Gewichtsverlust fest, der dadurch entstand, daß die Salzsäure aus dem kohlensauren Kalk die Kohlensäure austrieb!

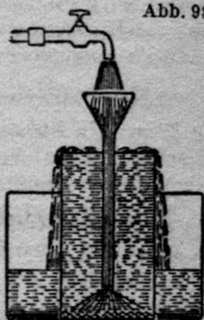
Der Kalk des Bodens gehört zu den unentbehrlichen Nährstoffen für die Pflanzen. Kalkboden ist wasserdurchlässiger warmer Boden, der alle ihm zugeführten Stoffe, auch Dünger, schnell verarbeitet und aufbereitet. Fehlt es dem Kalkboden nicht an Feuchtigkeit, ist er fruchtbar.

Aufgabe: Berechne den Prozentsatz an Kalkgehalt des Bodens für obigen Versuch, wenn in 100 g kohlensaurem Kalk 44 g Kohlensäure gebunden sind!
$$\left(\frac{100 \cdot \text{Gewichtsverlust [in Gramm]}}{44}\right)$$

Untersuchung auf Sand und Ton:

Beobachtung: Bringe den Rest des zu untersuchenden Bodens aus den vorhergehenden Versuchen zusammen mit Wasser in ein großes Gefäß! Vermenge Erde und Wasser im ersten Gefäß durch kräftiges Umrühren! Stecke in das erdhaltige Wasser ein Trichterrohr und gieße solange Wasser ein, bis es klar überläuft (s. Abb. 98)! Die leichteren Bestandteile werden in das äußere Gefäß geschwemmt. Der schwerere Sand bleibt zurück. Filtriere die Erdbestandteile in beiden Gefäßen einzeln ab, trockne und wiege sie!

Abb. 98



Sandboden ist warm, locker und luftig. Er läßt das Wasser rasch eindringen, gibt es jedoch rasch wieder ab. Deshalb sind Nährstoffe in ihm leicht auswaschbar. Reiner Sand ohne humusartige Beimischungen ist unfruchtbar. Mit Lehm- oder Humusgehalt jedoch ist auch Sandboden gut, besonders für Gartenland, wozu er folgende Vorzüge aufweist:

Er läßt sich von allen Bodenarten am schnellsten in guten Gartenboden verwandeln, weil er sich mit Zusätzen aller Art schnell, leicht und gut vermischt.

Er ist immer locker und läßt die Pflanzenwurzeln tief und weit eindringen.

Er erwärmt sich rascher und besser als jeder andere Boden, wodurch sich die darauf gebauten Pflanzen schneller entwickeln als auf schwerem Boden.

Er macht viel Nässe und anhaltendes Regenwetter für die Pflanzen ungefährlich, weil alle überflüssige Feuchtigkeit schnell im Untergrund versickert.

Er läßt aber auch lange Trockenzeiten besser überstehen als schwere Böden; denn die Wurzeln vermögen aus Sandboden noch Feuchtigkeit und Nährstoffe aufzunehmen, wenn andere Böden nichts mehr abgeben. Sand ist noch bei 5% Feuchtigkeitsgehalt wachstumsfähig; im Lehmboden dagegen hört das Pflanzenwachstum schon unterhalb 20% Feuchtigkeitsgehalt auf.

Tonboden ist im allgemeinen schwer, kalt, aber wasser- und nährstoffreich und daher fruchtbar. Beim Austrocknen backt er zusammen, bekommt Risse und wird steinhart.

Lehmboden besteht aus einer Mischung von Ton und Sand und vereinigt Vorzüge und Nachteile beider Bodenarten.

Sämtliche Bodenarten kommen gewöhnlich nicht für sich allein, sondern in den verschiedensten Mischungen vor, wobei die eine oder die andere Art vorherrschend ist.

Aufgabe: Wieviel % Sand und tonige Bestandteile waren in der Bodenprobe der beobachteten Untersuchung nachzuweisen?

2. Welche Nahrungsstoffe braucht die Pflanze?

Aus welchen Stoffen baut sich die Pflanze auf?

Beobachtungen: a) Lege einen Pflanzenteil, nachdem vorher sein Gewicht festgestellt wurde, auf den warmen Ofen und wiege ihn wieder, nachdem er gänzlich ausgetrocknet ist!

Alle Teile der lebenden Pflanze sind von Wasser durchtränkt.

b) Wiege ein Stückchen trockenes Holz und erhitze es in einem verschlossenen Blechbüchschen! Vergleiche das Gewicht der erhaltenen Holzkohle mit dem Gewicht des trockenen Holzes!

Etwa die Hälfte des Trockengewichtes der Pflanze besteht aus Kohlenstoff. Bei Erhitzung unter Luftzutritt verbrennt der Kohlenstoff.

c) Da sich in den Pflanzenzellen Eiweiß findet (s. Seite 121), das sich nur beim Vorhandensein von Stickstoff bildet, ist auch dieser Stoff in jeder Pflanze anzutreffen. Er entweicht beim Verbrennen hauptsächlich in der Form gasförmiger Verbindungen.

d) In der Asche endlich, die beim Verbrennen der Pflanze entsteht, sind die Salze des Pflanzenkörpers übriggeblieben. Von den dazugehörigen chemischen Grundstoffen sind für die Pflanze unentbehrlich: Schwefel, Phosphor, Kalium, Kalzium (Kalk), Magnesium und Eisen (s. Seite 123). Fehlt einer dieser Stoffe, so verkümmert die Pflanze.

3. Woher nimmt die Pflanze die Nährstoffe?

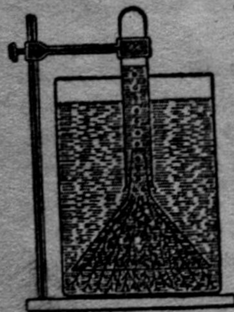


Abb. 99

Beobachtung: a) Bringe Wasserpflanzen (z. B. Wasserpest) unter einem Trichter in ein Gefäß mit frischem Wasser! Stülpe über die Mündung des Trichters, die sich unter dem Wasserspiegel befinden muß, ein mit Wasser gefülltes Probeglas und stelle die ganze Vorrichtung (s. Abb. 99) an die Sonne! Wenn das Wasser im Probeglas durch aufgestiegenes Gas verdrängt ist, so verschließe es unter Wasser mit dem Daumen, nimm es aus dem Gefäß und führe rasch einen glimmenden Span ein! Aufflammen desselben zeigt Sauerstoff an. b) Beobachte das Geschehen, wenn dieselbe Versuchsanordnung im Dunkeln steht! c) Verwende statt des frischen ausgekochtes (= luftfreies) Wasser!

Die Pflanzen entziehen ihren Kohlenstoffbedarf der Luft (auch im Wasser ist Luft enthalten!), indem sie durch die Blätter Kohlensäure aufnehmen und diese unter Einwirkung des Sonnenlichtes und des Blattgrüns in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegen. Der Kohlenstoff dient zum Aufbau, der Sauerstoff wird an die Luft zurückgegeben.

Tiere und Menschen atmen Sauerstoff ein und Kohlensäure aus; bei jeder Verbrennung und Fäulnis wird Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure frei. Die Pflanzen wiederum nehmen Kohlensäure auf und geben Sauerstoff ab. In der Natur findet also ein gewaltiger Kreislauf der beiden Gasarten statt (s. Abb. 100).

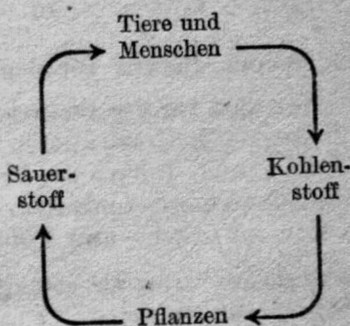


Abb. 100

Wasser, Stickstoff und Nährsalze dagegen muß die Pflanze durch ihre Wurzeln dem Boden entnehmen.

4. Wie wandelt die Pflanze ihre Nährstoffe um?

Die von der Pflanze aus dem Boden und der Luft aufgenommenen Stoffe (Kohlensäure, Wasser, Stickstoff, Salze usw.) gehören zu den „anorganischen" Stoffen (weil sie in ihrer ursprünglichen Form die Körper der Lebewesen oder Organismen niemals bilden können).

Die chemischen Verbindungen jedoch, aus denen die Lebewesen oder Organismen bestehen, werden „organische" Stoffe genannt (Stärke, Eiweiß, Fett, Zucker, Zellstoff usw.).

Die Pflanze besitzt nun die Fähigkeit, anorganische Stoffe in organische umzuwandeln, d. h. aus den für Mensch und Tier unaufnehmbaren Stoffen (Ausscheidungs-, Verwesungs-, Fäulnis- und Verbrennungsergebnisse!) wiederum Nahrungsstoffe für Mensch und Tier zu bereiten. Diese Umwandlung, die nur in grünen Pflanzenteilen im Sonnenlicht (s. Seite 113) vor sich gehen kann, gehört zu den großartigsten und wichtigsten chemischen Vorgängen in der Natur.

5. Warum muß unser Acker- und Gartenboden gedüngt werden?

Beobachtung: a) Vom Menschen unberührter Boden trägt immer wieder an gleicher Stelle eine mehr oder weniger üppige Pflanzenwelt, auch wenn er niemals gedüngt wird.
b) Wie steht es damit auf unserem Kulturboden (Äcker, Wiesen, Gärten)?

In der Wildnis verwesen die Pflanzen an Ort und Stelle. Dabei werden die aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffe dem Boden immer wieder zurückgegeben.

In unserer Landwirtschaft dagegen wird die Ernte Jahr für Jahr weggenommen, so daß der Boden immer mehr an Nährstoffen verarmen müßte, wenn er nicht Ersatz durch Dünger bekäme.

6. Womit düngen wir den Boden?

Von den für die Pflanzen unentbehrlichen Grundstoffen fehlt es in unseren Kulturböden in der Regel vor allem an Stickstoff, Kali und Phosphor (oft auch an Kalk). Diese Stoffe also müssen in erster Linie dem Boden zugeführt werden. Dies geschieht durch natürliche und künstliche Düngung.

Aufgabe: Arten der natürlichen Dünger! Ihre Entstehung, Bereitung und Anwendung!

Natürliche Dünger:

Beobachtung: Bringe auf verrotteten Pferdemist etwas trockenen gelöschten oder ungelöschten Kalk! Prüfe die aufsteigenden Dämpfe auf Geruch und Wirkung auf die Augen! Prüfe mit Lackmuspapier!

Das älteste und auch jetzt noch wichtigste Düngemittel, das die drei Hauptstoffe in ausreichender Menge enthält, ist der Stalldünger. Der Stickstoff in ihm findet sich in Ammoniakverbindungen. Ammoniak ist ein stechend riechendes, die Augen zu Tränen reizendes Gas, das von Erde und Wasser gierig aufgenommen und durch die Salpeterbakterien des Bodens in salpetersaure Salze übergeführt wird, die von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden können.

Aufgabe: Sprich über den Kreislauf des Stickstoffes (Tier und Pflanze — Mist, Verwesung, Fäulnis — Boden, Salpeterbakterien — Pflanzeneiweiß — Tiereiweiß).

Kunstdünger (Handelsdünger):

Die verschiedenen Arten enthalten hauptsächlich Stickstoff-, Kali- und Phosphorsäureverbindungen, entweder getrennt oder in Mischungen.

Die wasserlöslichen, schnell wirkenden Kunstdünger werden meist auf den bereits bepflanzten oder bewachsenen Boden gestreut (Kopfdüngung), die schwer löslichen, langsam wirkenden dagegen vor der Aussaat oder dem Auspflanzen in den Boden gebracht (Grunddüngung).

Unterscheide:

Stickstoffhaltige Düngemittel:

Schnell wirkend: Alle Arten Salpeter.

Langsam und nachhaltig wirkend: Alle Arten Ammoniak-, Kalk-, Stickstoff- und Harnstoffdünger.

Kalihaltige Düngemittel:

Alle Arten Kalisalze, Kainit, Kalidünger.

Phosphorsäurehaltige Düngemittel:

Alle Arten Phosphatdünger (langsam wirkend), Thomasmehl (sehr langsam wirkend).

Kalkdünger:

Ätzkalk, Düngekalk, Gips, Knochenmehl, Thomasmehl (50 % Kalk), Kalkstickstoff (60 % Kalk), Kalksalpeter (30 % Kalk).

Volldünger (enthalten alle wichtigen Düngerstoffe in günstiger Mischung): Nitrophoska, Hakaphos, Am-sup-ka, Pflanzennährsalze usw.

Aufgaben: a) Stelle die Nährstoffgehalte verschiedener angebotener Kunstdünger auf Grund ihrer angegebenen Prozentsätze in Schaubildern dar!
b) Beweise die Düngerwirkung durch Kunstdüngungsversuche im Garten oder Feld durch Nebeneinander nicht gedüngter, einseitig gedüngter und vollgedüngter Teilbeete! Anleitungen und Gebrauchsanweisungen der Herstellerfirmen anfordern und beachten!

Die künstliche Düngung wurde Mitte des vorigen Jahrhunderts durch Justus von Liebig (1807—1873) angeregt.

Liebig war zuerst Apothekerlehrling in seiner Heimatstadt Darmstadt, widmete sich dann ganz dem Studium der Chemie, wurde Professor an der Universität Gießen und kam 1852 nach München. Hier hat er als Präsident der Akademie der Wissenschaften und Berater des Ministeriums in allen Fragen der Naturwissenschaften sehr erfolgreich gewirkt. Auf allen Gebieten der Chemie sind ihm grundlegende Forschungsergebnisse zu verdanken. Er ist der Schöpfer der Ackerbauchemie. Außerdem verbesserte er die menschliche Ernährung durch Gewinnung von Fleischextrakt.

Von unseren Nahrungsmitteln.

1. Vom Eiweiß.

Beobachtungen: a) Erhitze in einem Probeglas etwas Eiklar! — Es gerinnt und wird dabei weiß; Name!
b) Erhitze weiter und beobachte die Wände des Probegläschens! — Sie beschlagen sich mit Wassertröpfchen (= Wasserstoff und Sauerstoff).
c) Erhitze weiter und rieche daran! Halte angefeuchtetes rotes Lackmuspapier in die aufsteigenden Gase! Oder: Halte einen in Salzsäure getauchten Glasstab in die Gase! — Es gibt nur eine gasförmige Lauge, Ammoniak (= Stickstoff und Wasserstoff).

d) Weiter erhitzen! — Das Eiweiß wird braun, zuletzt schwarz = Kohlenstoff.

e) In gekochtes Eiweiß einen silbernen Löffel halten! Er wird schwarz, weil sich Schwefelsilber gebildet hat; der Schwefel stammt aus dem Eiweiß.

Das Eiweiß enthält Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel.

Aufgaben: a) Das Eiweiß ist jedoch nicht nur im Ei, sondern in vielen anderen Lebensmitteln enthalten. Nimm die Nährwerttabelle (s. Seite 135) und bestimme, welche Nahrungsmittel viel, welche wenig Eiweiß enthalten! Ordne sie nach dem Eiweißgehalt!

b) In welchen Lebensmitteln kaufen wir das Eiweiß billig, in welchen teuer?

2. Von der Stärke.

Beobachtungen: a) Zerreibe eine rohe, geschälte Kartoffel, knete den Brei in Wasser und drücke ihn dann durch ein Leinenläppchen! Lasse die Flüssigkeit in einem Glase längere Zeit stehen, bis sich ein weißlicher Bodensatz bildet! Die Flüssigkeit darüber vorsichtig abgießen, etwas davon in einem Probeglas erhitzen! Es bilden sich Flocken = geronnenes Eiweiß.

b) Den Bodenbelag trocknen wir = Stärke. (Die frische Schnittfläche mit Jodlösung betupfen; es tritt Blaufärbung ein, ein Zeichen, daß Stärke vorhanden ist.)

c) Die getrocknete oder käufliche Stärke in einem Probeglas erhitzen! — Die Wände beschlagen sich mit Wasser (= Wasserstoff und Sauerstoff).

d) Weiter erhitzen! Die Stärke wird allmählich schwarz (= Kohlenstoff)! Eine Messerspitze voll Stärke in eine Flamme halten! — Sie beginnt nach einiger Zeit zu glühen, dann zu brennen.

Die Stärke besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Aufgaben: a) Nährwerttabelle! Welche Lebensmittel enthalten viel, welche wenig Stärke? Ordne nach dem Gehalt an Stärke!

b) Wieviel Gramm Stärke sind enthalten in ½ kg Roggenbrot, Reis, Kartoffeln?

Beobachtungen: a) Wenn Kartoffeln erfrieren, schmecken sie süßlich. — Aus Stärke hat sich Zucker gebildet.

b) Prüfe den Geschmack des Malzes im Vergleich zur Gerste (= Malzzucker) (s. Seite 80).

c) Wie schmecken Rosinen, Trauben, Birnen? (= Traubenzucker.)

d) Wie schmeckt frische Milch? (= Milchzucker.)

e) Wenn möglich, untersuche auch den Geschmack der Zuckerrübe! (= Rübenzucker.)

f) Erhitze in einem Löffel eine kleine Menge Zucker, halte eine kalte Glasplatte darüber! Warum beschlägt sie sich? Erhitze weiter, bis der Zucker schließlich schwarz wird!

Der Rübenzucker enthält Kohlenstoff und Wasser. Rosinen, Trauben, Birnen enthalten den Traubenzucker. Der süßliche Geschmack der Milch stammt vom Milchzucker.

Aufgabe: Erhitze in einem kleinen Kochtiegel Zucker. Den Tiegel mit einer Zange fassen, mit einem Glasstab umrühren, daß die schmelzende Masse nirgends schwarz wird; so lange erhitze, bis die Masse überall durchsichtig gelb ist; dazu noch einige Tropfen Zitronen- oder Himbeersaft geben, auf einen Teller tropfen lassen! (Bonbons!) — Suche nach anderen Geschmackszutaten!

3. Vom Fett.

Beobachtungen: a) Erhitze in einem Eisenlöffel etwas Fett! Halte eine kalte Glasscheibe oder Schiefertafel darüber! — Sie beschlägt sich (= Wasser).
b) Wenn Dämpfe aufsteigen, diese anzünden! (= Kohlenstoff).

Das Fett enthält Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff.

Aufgaben: a) Nährwerttabelle! Welche Lebensmittel enthalten viel, welche wenig Fett? Ordne sie nach ihrem Fettgehalt!
b) Wieviel Gramm Fett erhält man in ½ kg Schweinefleisch, Kalbfleisch?

4. Von den Mineralstoffen.

Beobachtung: a) Lege auf den Asbestteller über einem Dreifuß eine Handvoll Spinatblätter! Stelle die Flamme darunter und lasse verbrennen! Suche den Rest (= Asche) in einem Eisenlöffel zu verbrennen! — Außer Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten die Pflanzen auch Stoffe, die sie den Mineralien des Bodens entnommen haben; wir nennen sie mineralische Stoffe.

b) Übergieße eine Handvoll Holzasche mit heißem Wasser, rühre gut um und filtriere nach einigen Minuten! Einen Teil der erhaltenen Flüssigkeit zurückbehalten, den Rest eindampfen, bis die Flüssigkeit zu stocken beginnt; dann gießen wir sie heraus. Auf dem Boden der Kochschale haben sich einige Salze abgesetzt. Die Flüssigkeit auf den heißen Ofen stellen und das Wasser verdunsten lassen. Es bleibt ein weißliches Salz zurück.

1. Einige Körnchen des Salzes an einem angefeuchteten Draht in die Spiritusflamme halten! — Die Flamme färbt sich blaßviolett = Kalium!

2. Zu dem Rest des Salzes etwas Salzsäure bringen; es tritt Aufbrausen ein (= Kohlensäure; das Salz ist also kohlensaures Kalium (= Pottasche; Pott = Topf).

Mit unserer Nahrung nehmen wir Mineralstoffe auf. Solche sind: Eisen, Kalk, Kali, Natron usw.

5. Vitamine (von vita = Leben)

sind lebensnotwendige Stoffe. Ohne sie ist der Körper nicht imstande, die ihm zugeführte Nahrung richtig auszunutzen. Ohne sie treten sog. Mangelkrankheiten auf, z. B. Rachitis, Skorbut. Die Vitamine kommen in geringen Mengen in Früchten, Gemüse, Milch, Lebertran usw. vor. Sie werden durch längeres Kochen zerstört.

Genaue Forschungen haben gezeigt, daß verschiedene Vitamine zu unterscheiden sind. Da man ihre chemische Zusammensetzung nicht kannte, teilte man sie in Gruppen ein, die man fortlaufend mit den Buchstaben des Alphabets

A, B, C, D, E bezeichnete. Schließlich ist es aber doch gelungen, ihre Zusammensetzung festzustellen, sie in reiner Form aus Nahrungsmitteln zu gewinnen und einige von ihnen sogar künstlich herzustellen. Vitamin C wird mit Milchzucker und Bindemitteln vermischt und kommt dann in Tabletten als Cebion in den Handel. Es hat sich als ein gutes Mittel gegen die Frühjahrsmüdigkeit erwiesen, die auf den Mangel an Vitamin C in den gemüse- und obstarmen Frühjahrsmonaten zurückzuführen ist.

Unsere Nahrung besteht aus Eiweiß, Fett, Stärke, Wasser, Mineralstoffen und Vitaminen.

Warum essen wir gerade diese Stoffe? Das Durchschnittsgewicht eines Erwachsenen nimmt man gewöhnlich mit 75 kg an. Davon sind ⅔ Wasser (= 50 kg); den Rest könnten wir verbrennen. Es blieben 5 kg Asche zurück; 20 kg würden wie Holz verbrennen. Hätten wir diese 20 kg einem Chemiker zur Untersuchung gegeben, so hätte er Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff festgestellt. Und wenn er die 5 kg Asche untersuchte, würde er finden: Kalium, Natrium, Eisen usw.

Wir essen dieselben Stoffe, aus denen sich unser Körper aufbaut.

Zu welchem Zwecke ißt der Mensch außerdem? In 70 Jahren ißt und trinkt der Mensch ungefähr 1400mal soviel wie er wiegt. Der größte Teil der aufgenommenen Nahrungsmittel wird dabei als Energiequelle, d. h. als Brennstoff zur Aufrechterhaltung des Lebensgetriebes verwendet. Die Verbrennung im menschlichen Körper geht zwar sehr langsam und ohne Flamme schon bei 37 Grad vonstatten, aber die dabei entstehende Wärmemenge ist fast ebenso groß wie bei der Verbrennung der betreffenden Stoffe bei mehreren hundert Graden an der Luft.

Da Wärmemengen nach Kalorien gemessen werden (s. Seite 52), bezeichnet der Kaloriengehalt der Nahrungsmittel ihren Wert als „Heizstoffe" und damit als Energiespender für die Arbeitsleistung unseres Körpers. So liefert 1 g Fett bei vollständiger Verbrennung 9, Eiweiß, Zucker und Stärke je 4 Kalorien.

Der Kalorienbedarf des Menschen ist sehr verschieden und hauptsächlich von folgenden Umständen abhängig:

1. vom Lebensalter: im Alter von 2—4 Jahren 50%, von 5—7 Jahren 60%, von 8—11 Jahren 70%, von 11—14 Jahren 80% vom Kalorienbedarf des Erwachsenen;

2. vom Körpergewicht: unter Gleichaltrigen erfordert im allgemeinen das höhere Körpergewicht den höheren Kalorienbedarf;

3. von der Beschäftigung: ein 70 kg schwerer Mensch benötigt in der Stunde etwa: in Ruhe 70, bei geistiger Arbeit 80, beim Schreiben 90, beim Zeichnen stehend 110—120, beim Singen 80—120, beim Klavierspielen 110 bis 180, beim Gehen 300, beim Schlittschuhlaufen 370—770, Schwimmen 270—770, Holzsägen 460—500, Schilaufen (Langlauf) 570—1000, Wettlauf 1000 Kalorien.

Kein Mensch kann durch ein einziges Nahrungsmittel seinen gesamten Kalorienbedarf decken; denn der Körper braucht ein gewisses Mindestmaß von Eiweiß, Fett und Stärke oder Zucker. Es sollen deshalb ein Drittel der Kalorien durch tierische und zwei Drittel durch pflanzliche Nahrungsmittel geliefert werden.

Aufgaben: Weshalb bevorzugen wir im Winter fettreichere Kost als im Sommer?
b) Warum verzehren Völker in polaren Gebieten viel Fett, die Tropenbewohner dagegen hauptsächlich Stärke und Zucker?
c) Die Tagesnahrung soll bei mittlerer Tätigkeit 90 g Eiweiß, 50 g Fett und 500 g Stärke oder Zucker enthalten. Stelle an Hand der Nährwerttabelle einen entsprechenden Küchenzettel zusammen!
d) Wie wäre ein Schwerarbeiter (4100 Kalorien Tagesbedarf) zu ernähren, wenn er 120 g Eiweiß, 120 g Fett und 600 g Stärke bzw. Zucker benötigt?
e) Welchen Nahrungsbedarf hat eine alte ruhende Frau, die täglich nur 60 g Eiweiß, 30 g Fett und 200 g Stärke bzw. Zucker (insgesamt 1300 Kalorien) braucht?

Von der Pflanze bis zum Anzug.

1. Vom Zellstoff.

Beobachtungen: a) Reibe eine Kartoffel auf, wasche den erhaltenen Faserbrei in einem Leinenläppchen mit immer wieder erneuertem Wasserzusatz gründlich aus! Betrachte den Rückstand im Leinenläppchen! (= Zellstoff.)
b) Betrachte Holundermark unter einem Vergrößerungsglas!

Der Zellstoff ist das Baumaterial für die Zellwände der Pflanzen. Baumwolle, Flachs, Holundermark bestehen aus fast reinem Zellstoff. Im Holz und im Stroh ist noch Holzstoff (Lignin) eingelagert; dadurch wird es so hart. Die Chemie hat es fertiggebracht, den Zellstoff des Holzes aufzulösen und Zucker herzustellen. Dieser Holzzucker wird aber vorläufig nur als Viehfutter verwendet.

2. Vom Papier.

a) Mehrere Bogen Zeitungspapier nehmen und in Wasser einweichen, in kleine Schnitzel zerzupfen, in 1 l Wasser zu einem Brei kochen, auf ein feines Haarsieb bringen und gleichmäßig verteilen, Wasser herausdrücken, die Masse zwischen Zeitungspapier legen und mit einem heißen Bügeleisen trocknen! (= Pappe.) — Setze Zeitungspapier längere Zeit den Sonnenstrahlen aus! Beobachte!

Der sächsische Weber Keller kam durch ein Wespennest auf den Gedanken, durch Schleifen das Holz zu zerkleinern. Ein schwäbischer Maschinenfabrikant baute die erste Maschine zur Herstellung von Holzschliff.

Holzstangen von 10—20 cm Dicke und 1—2½ m Länge werden gegen einen gewaltigen Schleifstein von 2½ m Durchmesser gepreßt und in kleine Splitter zerrieben. Dabei muß immer Wasser zufließen, damit der Schleifstein abgekühlt wird. Das Wasser wird ausgepreßt, der Faserbrei zu einem dünnen Faserfilz ausgewalzt = braunes Packpapier. Will man weißes Papier, so muß es erst noch gebleicht werden. Dazu verwendet man meist Chlorkalk. 80 % dieses gebleichten Papieres wird als Zeitungspapier verwendet.

Dieses Papier ist aber wenig fest; es vergilbt auch leicht. Will man besseres Papier, so mischt man an den Holzschliff noch Fasern von Baumwoll- und Wollumpen. Die Poren des Papieres werden durch Leim geschlossen.

b) Gutes Papier fertigt man aus dem Zellstoff des Holzes. Um ihn zu gewinnen, gibt man dem Holzschliff verschiedene chemische Lösungsmittel bei und läßt bei einem Druck von 7—10 at kochen. Die Flüssigkeit wird entfernt, der Zellstoff in Platten gepreßt, die nur noch getrocknet werden müssen.

c) Die Verwendung des Zellstoffes ist sehr vielseitig.

1. Tauche etwas Fließpapier in Schwefelsäure, die mit der halben Raummenge Wasser verdünnt ist, nach ½ min. in viel Wasser bringen und auswaschen, in verdünnten Salmiakgeist tauchen und trocknen lassen! (= Pergamentpapier.) Wozu wird es verwendet?

2. Aus Zellstoff kann man Schießbaumwolle herstellen. Preßt man diese mit Kampfer zusammen, so erhält man Zellhorn (Zelluloid). Andere Verwendungsarten sind Zellophan und Vulkanfiber.

d) Papier ist Rohstoff. Früher machte man das Papier besonders aus Lumpen, heute vor allem aus Holz. Unsere Wälder können bald nicht mehr genug Holz liefern.

Wenn wir mit unserem Holz reichen wollen, müssen wir Altpapier sammeln.

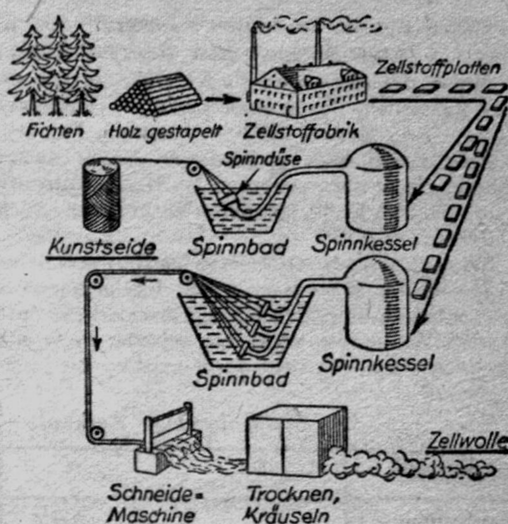
3. Fasern für unsere Kleidung.

Aufgaben: Nenne pflanzliche und tierische Fasern! — Von der Flachspflanze zur Leinwand! — Von der Schafschur bis zum fertigen Anzug! — Die „Königin" Baumwolle: Herkunft, Verarbeitung, Einfluß auf Flachsbau und Schafzucht! — Seide: Vom Kokon bis zum Seidenkleid.

a) Die Kunstseide verdankt ihre Entstehung dem Bestreben, auf künstlichem Wege ein so schönes Gewebe zu erhalten wie aus der Naturseide. Als Ausgangsstoff verwendet man den Zellstoff. Er wird mit verschiedenen Chemikalien behandelt, wodurch er sich auflöst. Es entsteht eine honigartige Masse. Sie wird durch feinste Öffnungen einer Düse gepreßt und durch Chemikalien zum Erstarren gebracht. Man erhält feine Fäden, die wie Naturseide gefärbt und verarbeitet werden (Abb. 101).

b) Die Zellwolle sucht die Baumwolle zu ersetzen. Deren Faser ist 30 mm lang, die Holzfaser aber nur 1 mm. Es war nun Aufgabe der Chemie, einen Faden von 30 mm Länge herzustellen.

Man erreicht dies dadurch, daß man den Kunstseidenfaden, so wie er die Spinndüse verläßt, gleich in Fasern von 3—4 cm Länge abschneidet. Sie werden dann durch chemische Einwirkung aufgekräuselt. Dadurch entsteht eine buschige Masse, die wie Watte aussieht. Man kann sie wie Baumwolle oder Wolle verarbeiten.



Kunstseide-Zellwolle

Abb. 101

c) Andere Fasern. Man stellt Fischzellwolle aus 80% Zellwolle und 20% Fischeiweiß her. Lanital ist eine Faser aus dem Eiweiß der Magermilch. Die Chemie stellt ferner einen Spinnstoff aus Azetylen her, das man aus Kohle und Kalk gewinnt. Die erhaltene Faser ist besonders fest gegen Säuren, Laugen und Fäulnis. Man fertigt daraus Fischnetze, Seile, Gurten, Borsten usw. von beliebiger Länge. Für Kleidungsstücke, die man bügeln muß, kann man sie noch nicht verwenden, da sie bei 80° schmilzt. Trotzdem stellt die Erfindung dieser Faser einen unerhörten Fortschritt dar in der Erzeugung künstlicher Fasern; denn sie kommt nicht aus der Welt der organischen Lebewesen, sondern aus dem Mineralreich.

Aufgaben: a) Stelle in einer Übersicht zusammen, wozu man Stoffe aus Leinen, Baumwolle, Wolle, Seide verwendet!

b) 1. Pulverisiere 6 g Kupfervitriol und löse das Pulver in 15 ccm Wasser, wobei mit einer Flamme erwärmt wird! Wenn sich die Lösung abgekühlt hat, schütte starken Salmiakgeist hinzu! Es bildet sich zuerst ein hellblauer Niederschlag, bei weiterem Zusatz von Salmiak entsteht eine tiefblaue Lösung. Dazu bringen wir etwas Watte (= Zellstoff) und rühren um! Nach und nach löst sich die Watte.

2. Von dieser Zellstofflösung bringen wir einige Tropfen in ein Schälchen mit verdünnter Schwefelsäure (Vorsicht beim Gebrauch von Säure!) oder starkem Essig. — Der Zellstoff wird wieder ausgeschieden. Darauf beruht die Herstellung der Kunstseide und der Zellwolle.

3. In eine Glasröhre mit einer Spitze saugen wir etwas von der Zellstofflösung (Vorsicht beim Saugen; es darf nichts in den Mund kommen!). Die Spitze der Glasröhre wird in verdünnte Schwefelsäure gehalten. Durch kräftiges Blasen pressen wir die Zellstofflösung in die Säure. Sobald sie mit der Säure in Berührung kommt, erstarrt sie zu einem glänzenden Faden.

c) Zähle alle die bekannten Faserstoffe auf, z. B. Leinen, Wolle, Baumwolle, Filz . . .! Ordne sie nach ihrer Herkunft 1. vom Tier, 2. von der Pflanze!

Mache die Brennprobe! Nimm von verschiedenen Stoffen einen Faden und untersuche ihn in einer Flamme! (Baumwolle: flammt auf, hinterläßt wenig Rückstände, Geruch nach verbranntem Papier; Wolle: schwarze, knollige Rückstände, riecht nach verbranntem Haar; Naturseide: schwarze, knollige Rückstände, riecht nach verbranntem Haar; Kunstseide: verbrennt mit heller Flamme rasch bis zum Ende, fast keine Verbrennungsrückstände, riecht nach verbranntem Papier.)

Wonach riechen Stoffe tierischer Herkunft, wonach solche pflanzlicher Herkunft?

Mache die Kochprobe! Koche kleine Stoffreste (3×3 cm) in Kalilauge und rühre dabei um! (Kalilauge löst tierische Stoffe auf, pflanzliche nicht!) Warum dürfen Wollsachen nicht mit scharfer Seife oder mit Soda gewaschen werden? Stelle in einer Übersicht das Verhalten der Stoffe bei der Brenn- und Kochprobe zusammen!

	Stoffe tierischer Herkunft	Stoffe pflanzlicher Herkunft
Brennprobe		
Kochprobe		

d) Stelle übersichtlich dar: Die deutsche Zellwoll-Erzeugung betrug 1933: 5410 t (Weltmenge 15 000 t), 1937: 102 000 t (288 000), 1938: 155 000 t (442000), 1939: 200 000 t (490 000).

e) Lumpen als Rohstoff (Bearbeitung: entstauben, waschen, bleichen, trocknen, zerreißen; Weg 1. in die Polsterwerkstätten als Füllmaterial, 2. in die Papier- und Pappenindustrie, 3. in die Textilindustrie).

Vom Waschen und Reinigen.

Beim Waschen genügt es nicht, tüchtig zu kochen, kräftig zu reiben, stark zu bürsten. Solche Behandlung schadet der Faser. Man hat berechnet, daß jährlich beim Waschen für etwa 400 Mill. M. an Faserstoff verlorengehen. Kenntnis der Waschmittel und des Waschvorganges hilft Fehler vermeiden! Aufgabe des Waschens ist das Entfernen des Schmutzes (welchen?), das Töten der Bakterien (welche und woher?) und das Bleichen (warum?).

1. Warum verwendet man beim Waschen Soda?

Was ist Soda?

Beobachtungen: a) Löse etwas Soda in Regenwasser auf, prüfe mit Lackmuspapier, prüfe den Geschmack!

b) Setze der Lösung tropfenweise Salzsäure zu! Beachte das stürmische Aufbrausen der entweichenden Kohlensäure! — Biege das Ende eines Drahtes zu einem kleinen Ring! Lege darauf ein Stück Soda und halte es in eine Spiritusflamme! Worauf deutet die Gelbfärbung der Flamme? (Siehe Kochsalz Seite 76!) Woraus besteht demnach die Soda?

c) Schütte etwas Sodalösung in die hohle Hand und verreibe sie! Beachte die Wirkung auf die Haut!

d) Erhitze in einem kleinen Tiegel etwas Kristallsoda! Gib an den erkalteten, trockenen Rückstand tropfenweise Salzsäure!

e) Nimm ein Stück fettiges und verschmutztes Leinen und koche es längere Zeit in Sodalösung!

Die Wäsche wird in Wasser gelegt; der Schmutz quillt auf. Die Wirkung des Wassers wird durch Einweichmittel erhöht; diese enthalten meist Soda (= kohlensaures Natron), z. B. Henko. Burnus wird aus dem Verdauungssaft der Bauchspeicheldrüse gewonnen. Dieser Verdauungssaft hat die Fähigkeit, Fett und Eiweiß fein zu zerteilen und zu lösen. Burnus darf nicht gekocht werden, weil es seine Wirkung nur bei Bluttemperatur entfaltet (warum?).

Aufgabe: Warum löst sich wasserfreie Soda in Wasser schneller als Kristallsoda?

Was ist Kesselstein?

Beobachte: a) die Wände im Wasserschiff des Küchenherdes! Löse einen Teil des Belages los und gib etwas Salzsäure darauf! Was kannst du aus dem Aufbrausen schließen?

b) Blase durch ein Blasrohr Atemluft in Kalkwasser! Das Kalkwasser trübt sich. — Blase weiter Luft hinzu! Das Kalkwasser wird wieder hell. — Erwärme dieses Wasser! Erkläre die Vorgänge! (Siehe Seite 77.)

Wasser enthält vielfach doppeltkohlensauren Kalk. Beim Kochen entweicht ein Teil der Kohlensäure. Es entsteht der unlösliche kohlensaure Kalk. Er legt sich als Kesselstein an die Wände der Kochgefäße.

Solches Wasser heißt hartes Wasser. Es ist zum Kochen wenig geeignet. Der Kalk überzieht Hülsenfrüchte, die man über dem Feuer hat, so daß man sie länger kochen muß, bis sie weich werden.

Regenwasser enthält keinen Kalk; es ist weiches Wasser.

Aufgabe: Auf dem Lande wird das Regenwasser aus der Dachtraufe gesammelt und zum Waschen verwendet; warum?

Wie macht man hartes Wasser weich?

Beobachtung: Gieße in ein Probeglas Regenwasser, in ein anderes gewöhnliches Wasser und gib in jedes etwas Sodalösung! Beachte den Unterschied in der Färbung des Wassers!

Die Soda verbindet sich mit dem Kalk des Wassers. Diese Verbindung trübt das Wasser, sie setzt sich allmählich zu Boden. Das Wasser ist dann weich.

Soda verwendet man außer zum Waschen, Putzen und Spülen auch zur Herstellung von Seife und Glas. Sie wird jährlich in vielen Millionen kg aus Steinsalz gewonnen.

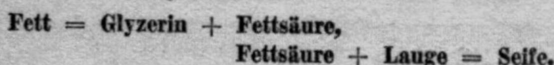
2. Wir gebrauchen die Seife.

Beobachtungen: a) Nenne die verschiedenen Arten der Seife und ihre Verwendung! Beschreibe den Gebrauch der Seife während des Waschens!

b) Löse 5 g Ätzkali in 50 ccm Wasser! Schmilz 20 g Rindertalg in einem kleinen Emailtiegel und gib von der Lösung die Hälfte dazu; koche unter Umrühren längere Zeit, setze nach und nach die andere Hälfte der Kalilauge zu! Koche so lange, bis die Masse ein leimähnliches Aussehen erhält! Lasse erkalten! — Oben bildet sich eine dicke Masse (Schmier- oder Kaliseife); darunter befindet sich eine ölige Flüssigkeit (= Glyzerin).

c) Mache den gleichen Versuch mit 5 g Ätznatron! Koche die Masse 15 bis 20 Minuten, lasse erkalten! — Es entsteht feste Seife, die Kern- oder Natronseife.

Die Seife wird aus Fett und einer Lauge hergestellt. Dabei spaltet die Lauge das Fett in Glyzerin und Fettsäure. Sie verbindet sich mit der Fettsäure zu Seife.


Fett = Glyzerin + Fettsäure,
Fettsäure + Lauge = Seife.

In der Kali- oder Schmierseife ist noch Glyzerin enthalten; sie ist daher weich. Bei der Herstellung der Natron- oder Kernseife trennt sich das Glyzerin ab; sie ist daher hart.

Wie Rinderfett lassen sich alle anderen Fette und Öle zur Seifenherstellung verwenden. Bei der fabrikmäßigen Seifengewinnung werden die Fette mit Wasserdampf unter hohem Druck erhitzt. Dadurch spalten sich die Fette. Die freie Fettsäure wird durch „Aussalzen“, d. h. durch Hinzufügen von Kochsalz in Kernseife übergeführt. Die Feinseifen erhalten noch einen Zusatz von Riechstoffen.

So stellte man die Seife noch etwa vor einem Jahrzehnt her. Deutschland mußte jährlich für rund 100 Mill. M. Fette aus dem Ausland zur Seifenherstellung einführen. Heute verwendet man einheimische Rohstoffe, und zwar die Kohle. Bei der Braunkohlen-Verschwelung (s. S. 114) erhält man u. a. auch Paraffin. Daraus gewinnt man Fettsäuren und aus diesen die Seife.

d) Löse etwas Seife in Regenwasser und gieße Kalkwasser dazu! — Es bilden sich weiße Flocken, die zu Boden sinken. Der Kalk hat sich mit der Seife zu Kalkseife verbunden.

Wird kalkhaltiges (hartes) Wasser zum Waschen verwendet, so verbindet sich der Kalk mit der Seife zu Kalkseife. Diese ist in Wasser unlöslich. Es ist daher unwirtschaftlich, mit hartem Wasser zu waschen; es wird so lange Seife nutzlos verbraucht, bis der gesamte Kalk des Wassers als Kalkseife ausgeschieden ist. Hartes Wasser wird daher durch Zusatz von Soda weich gemacht.

Beim Waschen löst sich die Seife im Wasser und spaltet sich dabei teilweise wieder in Lauge und Fettsäure. Die Fettsäure bildet mit anderen Seifenteilchen einen stark schäumenden Stoff; die Lauge aber verbindet sich mit dem Fett der Wäsche wieder zu Seife. Dieses Fett wird von unserer Haut abgesondert; an ihm haften die Schmutzteilchen. Mit viel Wasser wird alles weggespült.

3. Manche Wäschestücke müssen noch gebleicht werden.

Beobachte: a) wie man Wäsche auf dem Rasen bleicht,
b) an welchen Tagen das Bleichen am besten geschieht,
c) das sog. „Schießen“ an getragenen Kleidungsstücken!
d) Warum verwendet die Mutter Bleichsoda?

Man unterscheidet Naturbleiche und Kunstbleiche. Die Naturbleiche geschieht durch die Einwirkung von Luft und Sonne auf die feuchte Wäsche. In der Großstadt ist man auf die Kunstbleiche angewiesen. Dazu bietet die Industrie Bleichmittel an, z. B. Bleichsoda, Sil.

4. Wie reinigt man Geräte und Kleidungsstücke?

Beobachtungen: a) Wie reinigt man Kochtöpfe, Kaffeekannen, Teller und Tassen?

b) Wie macht man mattgewordene Metallteile wieder blank?

c) Wie reinigt man trüb gewordene Flaschen und Metallgefäße?

d) Lasse auf ein Stoffläppchen etwas Wachs oder Stearin tropfen und erkalten! Schabe die oberste Schicht mit einem Messer vorsichtig ab! Lege auf den Fleck etwas Löschpapier und fahre mit dem heißen Bügeleisen (heiß gemachten Messer oder Löffelstiel) darüber hinweg! Wechsle öfter das Papier! — Der Fleck verschwindet.

e) Der Wasserleitungshahn, der Türgriff, ein Kupferkessel sind blind geworden. (Das Metall hat sich mit dem Sauerstoff der Luft zu einer Metallasche verbunden.) Reibe mit Putzpulver oder verdünnter Salzsäure oder mit Essig!

f) Ein Glas, in dem längere Zeit Kalkwasser aufbewahrt wurde, ist trübe geworden. Versuche erst mit Wasser auszuspülen. — Nimm dann verdünnte Salzsäure oder Essig!

g) Gib in ein Probeglas etwas Benzin, setze Fett zu und schüttle! — Ein Stoffrest enthält einen Fettfleck. Reibe mit einem sauberen, mit Benzin befeuchteten Läppchen!

h) Einen Salzsäurefleck beseitige möglichst bald nach der Entstehung mit verdünntem Salmiakgeist! Spüle mit reinem Wasser nach!

i) Flecke aus Ölfarben beseitige mit Terpentinöl, wasche mit Seife oder Spiritus nach!

Flecke werden entfernt

1. mechanisch beim Waschen oder Spülen,
2. chemisch durch Laugen oder Säuren,
3. durch die lösende Wirkung, die manche Stoffe ausüben (Wasser, Spiritus, Benzin, Terpentin).

Aufgaben: a) Warum kann man Harzflecke mit Terpentin entfernen?

b) Aus welchem Grund behandelt man Laugenflecke mit Essig, Säurenflecke aber mit Soda oder Salmiakgeist?

c) Welche der oben angeführten Versuche beruhen auf der mechanischen, chemischen oder lösenden Wirkung des Reinigungsmittels?

Maße und Gewichte.

1. Längenmaße.

Die Einheit bildet das Meter (m), d. i. der zehnmillionste Teil eines Erdmeridianquadranten, des kürzesten Bogens vom Pol zum Äquator.

1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm
1 m = 10 dm, 1 dm = 10 cm, 1 cm = 10 mm

Verwandlungszahl: 10.

1 geographische Meile	=	7420,438 m
1 preußische Elle	=	0,67 m
1 bayerischer Fuß	=	0,292 m
1 Seemeile	=	1852,0 m

2. Flächenmaße.

1 qm = 100 qdm = 10 000 qcm = 1 000 000 qmm
1 qm = 100 qdm, 1 qdm = 100 qcm, 1 qcm = 100 qmm
100 qm = 1 Ar (a), 100 a = 1 Hektar (ha), 100 ha = 1 Quadratkilometer (qkm)

Verwandlungszahl: 100.

1 bayerischer □-Fuß = 8,52 qdm, 1 qm = $11^3/_4$ □-Fuß
1 Dezimal = 400 □-Fuß = 34 qm = $^1/_3$ a
100 Dezimal = 1 Tagwerk = 3400 qm = 34 a = $^1/_3$ ha

3. Körper- und Hohlmaße.

1 cbm = 1000 cdm = 1 000 000 ccm = 1 000 000 000 cmm
1 cbm = 1000 cdm, 1 cdm = 1000 ccm, 1 ccm = 1000 cmm

Verwandlungszahl: 1000.

1 cdm faßt 1 l Wasser
1 cbm = 1000 l = 10 hl; 1 hl = 100 l

4. Gewichte.

1 l reines Wasser wiegt bei 4^0 C 1 kg
1 kg = 1000 g
100 kg = 1 dz; 1000 kg = 1 t

Handelsschiffe sind auf ihrer Reise verschieden schwer belastet. Hier gibt man den Rauminhalt in Registertonnen (R. T.) an. 1 R. T. = 2,83 cbm. Ein Schiff von 3000 R. T. hat also einen Rauminhalt von 3000 . 2,83 cbm = 8490 cbm brutto, d. h. auch die Wände, die Maschinen usw. sind im Raum mitgerechnet.

Technische Maße.

A. Mechanische Maße.

Es werden gemessen:

1. Kraft in Kilogramm (kg),
2. Weg in Meter (m),
3. Geschwindigkeit in Meter in der Sekunde (m/sec.),
4. Arbeit in Meterkilogramm (mkg),
5. Leistung in Meterkilogramm in der Sekunde (mkg/sec.),
6. 1 Pferdestärke (PS) ist 75 mkg/sec.,
7. 1 Atmosphäre (at) ist der Druck von 1 kg auf 1 qcm.

B. Wärmemechanische Maße.

Es werden gemessen:

1. Temperatur in Grad Celsius (^{0} C),
2. Wärmemenge in Wärmeeinheiten (WE),
3. 1 Wärmeeinheit (oder Kalorie) = die erforderliche Wärmemenge, um 1 l Wasser um 1^0 C zu erwärmen.

C. Elektrische Maße.

Es werden gemessen:

1. Elektrische Spannung in Volt (V),
2. Stromstärke in Ampère (A),
3. Widerstand in Ohm (Ω),
4. Leistung in V×A = 1 Watt (W); 1000 W = 1 kW,
5. Arbeisleistung in V×A×Stunden (h) = 1 Wh, 1000 Wh = 1 kWh,
6. 1 Kilowatt = 1,36 PS,
7. 1 kW = 1,36 PS/h.

Artgewichte einiger fester und flüssiger Körper.

1 ccm wiegt:

Alkohol 0,791 g
Aluminium 2,7 g
Basalt 2,7—3,2 g
Benzin 0,8 g
Benzol 0,8 g
Beton 1,8—2,5 g
Blei 11,3 g
Bronze 8,3—8,8 g
Butter 0,93 g
Eis 0,9 g
Glas 2,4—2,6 g
Gold 19,2 g
Granit 2,5—3 g
Glyzerin 1,26 g
Gußeisen 7,2 g
Holz
Birken- 0,73 g
Buchen- 0,71 g
Eichen- 0,7—1,03 g
Eschen- 0,76 g
Kiefern- 0,53 g
Tannen- 0,5 g
Kies 1,8 g
Kochsalz 2,15 g
Kork 0,16—0,2 g
Kupfer 8,9 g
Lehm 1,5—2,8 g
Marmor 2,5—2,8 g
Messing 8,1—8,8 g
Milch 1,03 g
Mörtel 1,6—1,8 g
Nickel 8,8 g
Petroleum 0,8 g
Platin 21,4 g
Porzellan 2,3 g
Quecksilber 13,6 g
Sand 1,4—1,6 g
Sandstein 2,2—2,5 g
Silber 10,5 g
Schiefer 2,6 g
Schmalz 0,93 g
Schmiedeeisen 7,8 g
Schwefel 2 g
Stahl 7,8 g
Terpentinöl 0,87 g
Wachs 0,96 g
Zement 2,7—3,2 g
Ziegelstein 1,5—1,8 g
Zink 7,1 g
Zinn 7,3 g
Zucker 1,6 g

Gewichte einiger Gase.

1 l wiegt bei 0° C:

Ammoniak 0,77 g	Luft 1,29 g	Wasserstoff 0,09 g
Chlor 3,2 g	Sauerstoff 1,43 g	
Kohlensäure 1,97 g	Stickstoff 1,25 g	

Schmelzpunkte.

(= die Temperatur, bei der ein Körper vom festen in den flüssigen Zustand übergeht):

Quecksilber	— 39°	Schwefel	+ 119°	Kupfer	+ 1084°
Eis	0°	Zinn	+ 232°	Eisen	+ 1530°
Butter	+ 32°	Blei	+ 327°	Platin	+ 1764°
Schmalz	+ 12°	Zink	+ 419°	Wolfram	+ 2900°
Paraffin	+ 46°	Aluminium	+ 658°	Kohlenstoff	+ 4000°
Wachs	+ 63°	Silber	+ 960°		
Stearin	+ 69°	Gold	+ 1064°		

Es werden flüssig:

Luft bei — 140°, Sauerstoff bei — 119°, Stickstoff bei — 146°
und einem Druck von 39 at, 51 at, 35 at.

Heizwert von Brennstoffen:

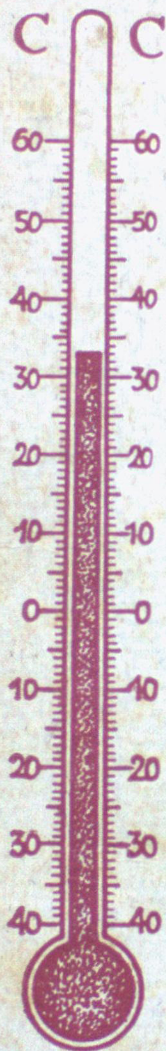
1 kg ergibt WE:

Holz, lufttrocken	3 500	Koks	7 000
Torf, gepreßt	3 800	Leuchtgas	5 000
Braunkohlen	2 000	Spiritus	6 000
Braunkohlen-Briketts	4 800	Benzin	11 000
Schlesische Steinkohlen	6 900	Petroleum	12 000
Westfälische Steinkohlen	7 500	Azetylen	13 000
Anthrazit	7 800	Wasserstoff	34 000

Nährwerttabelle

Es entfallen durchschnittlich	Eiweiß %	Fette %	Kohlehydrate Stärke, Zucker %	Gesamt-Kaloriengehalt rund
Rindfleisch mager	20	4	—	120
Rindfleisch fett	19	24	—	300
Schweinefleisch mager	20	6	—	140
Schweinefleisch fett	15	35	—	390
Kalbfleisch mager	22	3	—	120
Schinken	25	35	—	430
Speck geräuchert	9	73	—	710
Hartwurst	24	46	—	520
Frischwurst, Fleischwurst	20	30	—	350
Leberwurst	13	25	12	340
Blutwurst	12	40	23	250
Hering frisch	15	4	—	120
Kabeljau, Schellfisch frisch	15	—	—	70
Hühnerei	11	10	1	150
Vollmilch	4	4	5	70
Butter	1	84	1	790
Margarine	—	85	—	790
Schweineschmalz	—	100	—	925
Olivenöl	—	100	—	925
Emmentaler Käse vollfett	27	32	3	380
Halbfettkäse	27	24	3	310
Roggenbrot	6	—	47	220
Vollkornbrot	8	1	51	250
Weißbrot (Semmeln)	7	—	58	270
Teigwaren	13	1	75	370
Weizengrieß	9	—	76	350
Haferflocken	13	6	67	385
Gerstengraupen	12	3	74	380
Reis	8	—	78	350
Hülsenfrüchte Erbsen	23	2	53	340
Hülsenfrüchte Bohnen	24	2	56	350
Kartoffeln gekocht	2	—	19	90
Haselnußkerne	17	63	7	680
Walnußkerne	17	60	13	680
Zucker	—	—	100	410
Bienenhonig	—	—	81	330
Kakao schwach entölt	22	26	31	470
Speiseschokolade süß	5	29	63	550
Milchschokolade süß	9	35	53	580
Äpfel frisch	—	—	13	60
Kirschen süß	1	—	15	70
Zwetschgen frisch	1	—	14	65
Zwetschgen getrocknet	2	—	51	230
Apfelsinen (Orangen)	1	—	13	60
Bananen	1	—	23	100

Es enthalten durchschnittlich	Eiweiß %	Fette %	Kohle-hydrate Stärke, Zucker %	Gesamt-Kalorien-gehalt rund
Erdbeeren	1	—	8	45
Johannisbeeren	1	—	7	40
Stachelbeeren	1	—	9	50
Heidelbeeren	1	—	12	60
Weintrauben	1	—	18	80
Tomaten	1	—	3	30
Feigen getrocknet	4	—	61	280
Weißkraut	2	—	4	25
Wirsing	3	—	5	35
Kohlrabi	3	—	6	40
Blumenkohl	3	—	5	35
Schnittbohnen grün	3	—	6	40
Gelbe Rüben	1	—	8	40
Sellerie	1	—	9	45
Rettich	2	—	8	40
Zwiebeln	1	—	10	45
Spinat	2	—	2	20
Kopfsalat	2	—	2	20
Gurken	1	—	1	10
Steinpilz, Champignon frisch	5	—	4	40









Adler



